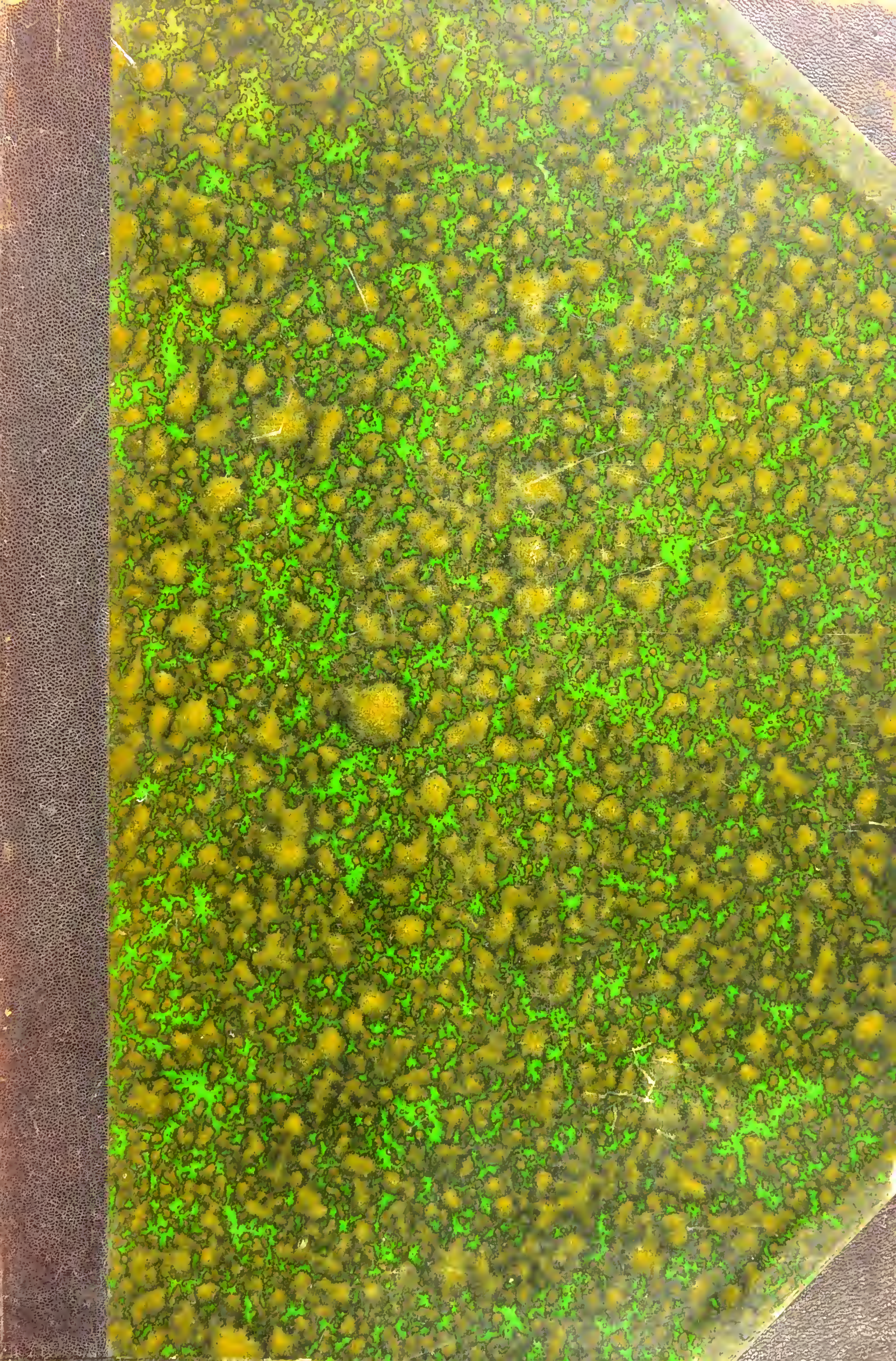
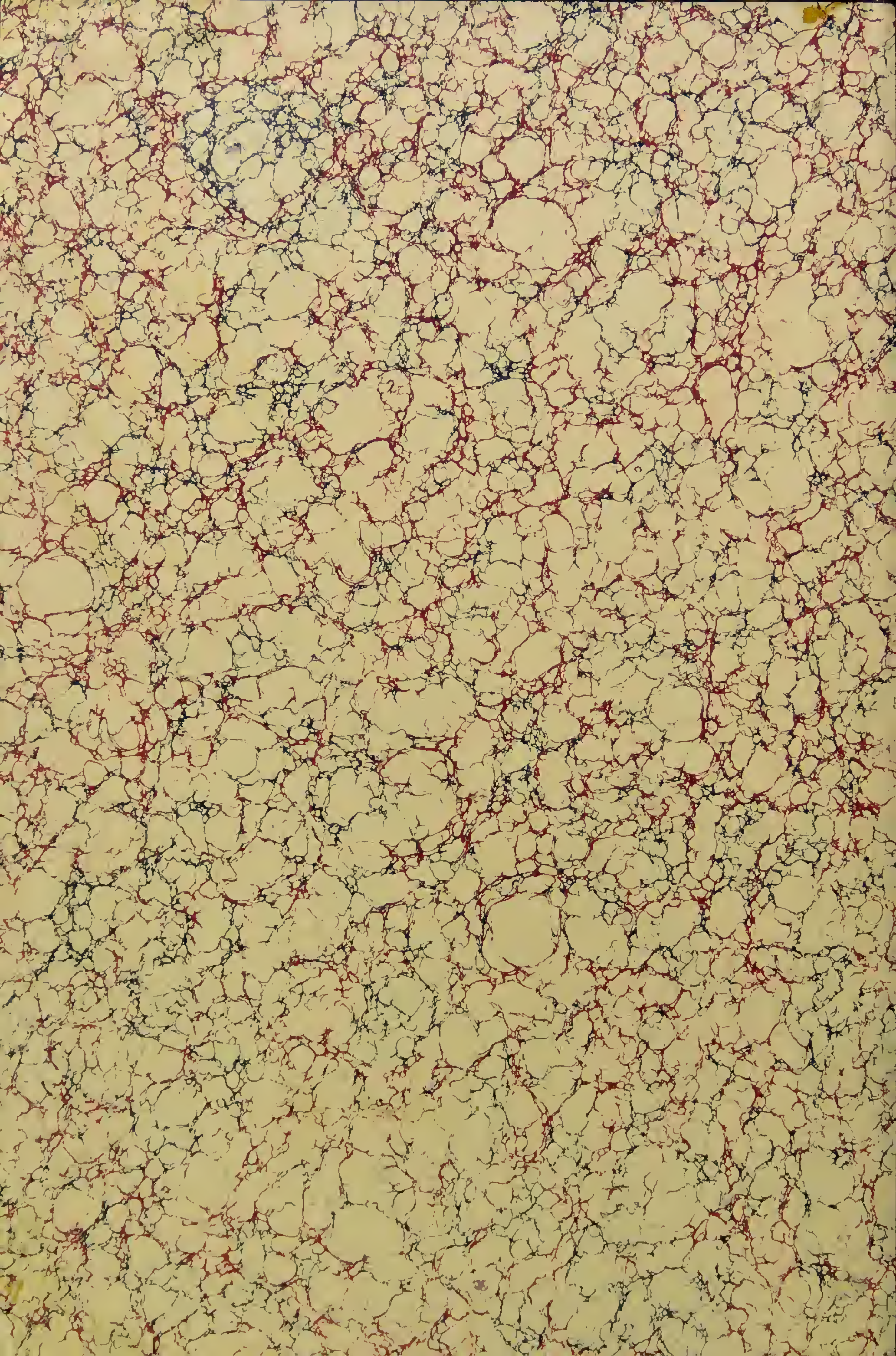
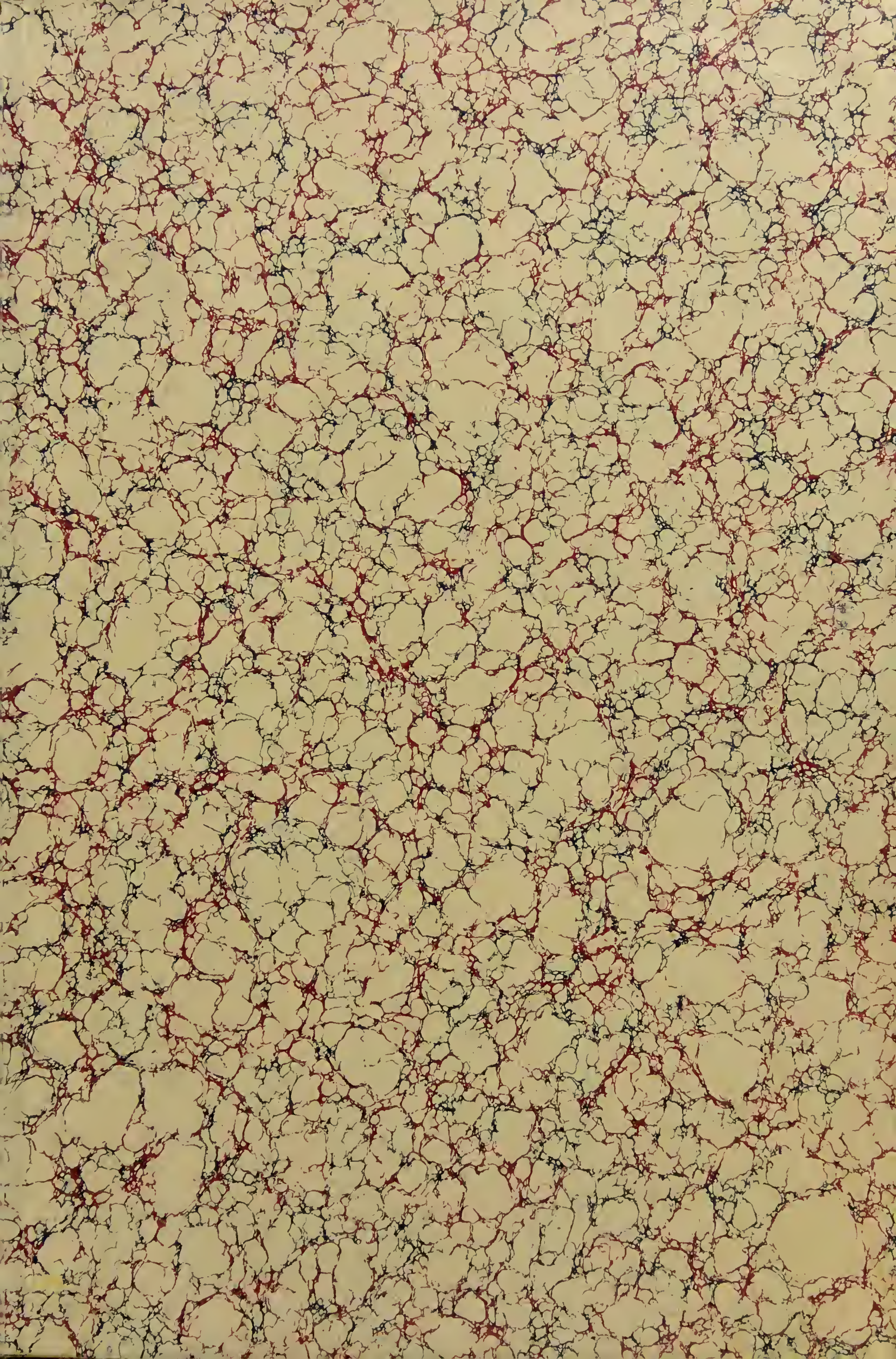






DIE SEITLICHEN
KNIEGELENKSVERKRÜMMUNGEN
UND DIE
COMPENSATORISCHEN FUSSFORMEN.

VON

PROF. D^R. EDUARD ALBERT
K. K. HOFRATH UND VORSTAND DER I. CHIRURGISCHEN KLINIK AN DER UNIVERSITÄT WIEN.

MIT 39 ABBILDUNGEN.

WIEN 1899.
ALFRED HÖLDER
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER
I., ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Ch. Reisser & M. Werthner, Wien.

MEINEN ENGEREN SCHÜLERN,

DEN ASSISTENTEN UND OPERATEUR-ZÖGLINGEN,

DIE WÄHREND MEINER BISHERIGEN LEHRTHÄTIGKEIT

1873—1898

DER KLINIK GEDIENT HABEN,

FÜR DIE EHRUNG, DIE SIE MIR BEIM 25JÄHRIGEN
LEHRER-JUBILÄUM ERWIESEN,

ZUM ANDENKEN.

VORWORT.

Eine der scheinbar einfachsten Deformitäten, das Genu valgum, und ihr Gegenspiel, das Genu varum, hat erst vor Jahren durch Mikulicz eine den damaligen Methoden entsprechende genauere Untersuchung und Erörterung erfahren. Diese Arbeit ist dem auf die Fortschritte der gesammten Chirurgie begründeten Aufschwunge der Orthopädie vorangegangen und war wohl das Vorbild für die eingehenderen Arbeiten von Lorenz, die sich mit dem Plattfusse und der Skoliose befassten. Dann machte sich die Orthopädie als orthopädische Chirurgie selbständig und bildet heute ein an Betrachtungsweise, praktischen Methoden und Erfolgen angesehenes Fach der Chirurgie, einen mächtigen Ast an dem Baume unserer alten Kunst.

Die grosse Bedeutung der Mikulicz'schen Arbeit lässt sich daran ermessen, dass eine eingehendere Besprechung der seitlichen Kniegelenksverkrümmungen seither nicht erschienen ist. An Einwendungen gegen die von Mikulicz vorgebrachte Lehre fehlte es allerdings nicht. Ja sie betrafen sogar den wesentlichsten Punkt derselben, die angeblich rein extraarticuläre Natur des Leidens. Julius Wolf drückte sogar die Bedeutung der ganzen Lehre stark herab, indem er treffend hervorhob, dass alle Constituentien des Beines an der Deformität theilnehmen; aber er liess es an eingehenderen Nachweisen fehlen. Es musste also bald das Bedürfniss einer neuerlichen Untersuchung des Themas fühlbar werden. Dieses Gefühl hatte ich als Lehrer in den letzten Jahren öfters. Und so machte ich mich endlich selbst daran, den Gegenstand zu erörtern.

Ich sage es gleich voraus, dass ich eine abgerundete und erledigende Untersuchung nicht bringe. So einfach das Thema erscheint, so schwierig wird es, wenn man die Betrachtung um Einiges vertieft. Daher bringe ich im Abschnitte nur „Vorbemerkungen zu einer künftigen Theorie des Genu valgum". Es müssen noch Vorarbeiten vorausgehen, bevor man eine Theorie des Genu valgum wird entwerfen können. Ich führe es auch des Näheren aus, in welcher Richtung diese Vorarbeiten zu unternehmen sein werden, und hebe schon hier, im Vorworte, hervor, dass ein näherer wissenschaftlicher Contact zwischen der Chirurgie — insbesondere der orthopädischen Chirurgie — und einzelnen polytechnischen Doctrinen, wie

Baumechanik und Maschinenlehre, schon heute zum Bedürfniss wird. Ja auch andere Capitel der Chirurgie fühlen schon das Bedürfniss nach einer ständigen und in theoretischen wie in praktischen Dingen organisirten Berührung mit der Technik. Andererseits müssen noch durch bessere Ausnützung des klinischen und anatomischen Materiales die Voraussetzungen geschaffen werden, damit auf dem Gebiete der Theorie der Deformitäten eine gemeinsame Arbeit der Techniker und Chirurgen erfolgreich werde. Was hat denn die klinische und die anatomische Betrachtung bisher geliefert, um den Stoff einer strengeren Besprechung zu entwerfen? Anatomische Museen bewahrten Präparate auf, wo das Genu varum nur durch das Kniegelenk, den halben Oberschenkel und den halben Unterschenkel repräsentirt war! Mein verstorbener College und Freund Hans Kundrat liess in dem hiesigen Museum einige Fälle aufstellen, wo die genannten Deformitäten mit dem gesammten Skelette aufbewahrt sind. Das hat einen Sinn. Und doch! Wie schmerzlich empfindet es der Bearbeiter des Gegenstandes, dass es an eingehenden Weichtheilsbefunden, an detaillirten Sectionen der Gelenke, Muskeln u. s. w. noch vollkommen fehlt!

Wenn die vorliegende Arbeit nur den einen Erfolg hätte, dass man das anatomische Substrat in entsprechender Genauigkeit zu fixiren beginne und auf diesem Wege eine genaue Untersuchung des Themas vorbereite, so wäre sie schon gerechtfertigt. Ich bringe aber noch einige andere Punkte. So eine bis nun fehlende Statistik aktinographischer Aufnahmen am Lebenden und an Knochenpräparaten. Die Beispiele der letzteren Untersuchungsweise dürften die Aufmunterung bringen, sie überhaupt auszudehnen und aus ihr die Anhaltspunkte zu gewinnen, um das Studium des Knochenbaues eingehender zu betreiben.

Der Abschnitt über die compensatorischen Fussformen dürfte die Complicirtheit des ganzen scheinbar so einfachen Themas darlegen.

In ihrem positiven Theile bringt also die Arbeit solche Voraussetzungen, die Mikulicz' Lehre richtigzustellen geeignet sind; in ihrem contemplativen Theile dürfte die Arbeit jüngere Kräfte anregen. Ein alter Lehrer widmet die Arbeit seinen Schülern.

Senftenberg in Böhmen, 20. September 1899.

Prof. E. Albert.

I.

DIE SEITLICHEN KNIEGELENKS-VERKRÜMMUNGEN.

A. Genu Valgum.

I. Einleitung.

Die ältere Theorie des Genu valgum fusste auf der Beobachtung, dass bei diesem Leiden der Condylus fem. ext. in seinem Höhendurchmesser kürzer sei als der Condylus int. Betrachtet man das präparirte Femur eines Genu valgum, so ist eine Differenz in der Höhe beider Kondylen unverkennbar, oft sogar überraschend gross. Aus dieser Ungleichheit der Kondylenhöhe ergab sich dann die Nothwendigkeit der Abductionsstellung des Unterschenkels unmittelbar; zeichnet man sich einen solchen Oberschenkel in senkrechter Stellung auf und zeichnet den Unterschenkel, beziehungsweise die Tibia hinzu, so muss, da ja oberes Tibia- und unteres Femurende einander berühren, die Tibia abducirt erscheinen. Liegt ein an Genu valgum Leidender vor uns in der Rückenlage am Tische, und bringen wir seine Oberschenkel in die Stellung zum „Knieschluss", so divergiren seine Unterschenkel und die Distanz der beiderseitigen Tibiaknöchel kann als Maass der Abductionsstellung der Unterschenkel und somit auch indirect als Maass des Genu valgum selbst benützt werden.

Da trat im Jahre 1879 Mikulicz mit einer Untersuchung auf, welche darin gipfelte, dass die Differenz in der Höhe der Kondylen nicht vorhanden sei. Mikulicz suchte vielmehr darzuthun, dass die Erscheinungen des Genu valgum in Veränderungen begründet seien, die extraarticulär liegen. Er fand die Kondylen normal oder ganz unwesentlich „secundär" verändert, hingegen konnte er zeigen, dass das Verhältniss zwischen Epiphyse und Diaphyse verändert sei, und zwar sowohl am Femur wie an der Tibia, an beiden in gleichem oder ungleichem Maasse. Halten wir das Femur eines Genu valgum mit dem Schafte senkrecht vor uns, so sehen wir allerdings, dass der innere Kondyl tiefer herabreicht als der äussere; aber daran ist nur die fehlerhafte Haltung schuld. Stellen wir dasselbe Femur mit den untersten Punkten seiner Kondylen auf den Tisch

— so wie ja das Femur im Kniegelenke steht — so verschwindet der Schein der Höhendifferenz beider Kondylen; dafür sehen wir aber wie der Femurschaft nach oben lateralwärts divergirt. Nennen wir die horizontale Linie, auf welcher die Kondylen stehen, die Kniebasis und den Winkel, den diese mit dem Femurschaft bildet, den Kniebasiswinkel, so ist das Genu valgum eben dadurch determinirt, dass der Kniebasiswinkel kleiner ist, als an einem normalen Femur. Denken wir uns nun eine Tibia analog verändert, d. h. ihren Schaft nach unten lateralwärts abgelenkt derart, dass er mit der oberen Gelenkfläche der Tibia und sohin mit der Kniebasis einen kleineren Winkel bildet, als de norma, und zeichnen wir eine solche Tibia zu dem analog veränderten Femur hinzu, so haben wir die bekannte Gestalt des Genu valgum vor uns, und wir sehen ein, dass nur die unrichtige Stellung, in welcher wir das Femur betrachteten, schuld daran war, dass wir dem Condylus int. fem. eine grössere Höhe zuschrieben als dem Condylus ext. Das Genu valgum erscheint uns erklärt als eine extra-articuläre Deformität und sein Name als ein in gewissem Sinne unberechtigter: denn das Knie selbst ist normal.

Diese Erklärung war jedenfalls überraschend und beeinflusste selbstverständlich auch die Therapie. Die seinerzeit angestaunte Operation von Ogston, welche den Condylus int. angriff, um die Höhendifferenz der Kondylen zu beseitigen, wurde sofort verlassen, und es trat die extra-articuläre Osteotomie auf. Namentlich Mac Ewen war es, welcher zeigte, dass in etwa 90% von Fällen das Femur der Träger der Hauptverbiegung sei und seine Methode der linearen Osteotomie am Femur wurde zur herrschenden.

Auch heute noch ist die von Mikulicz entworfene Theorie fast allgemein giltig.

Und doch hatte sie noch eine Schwäche, die leicht aufzudecken ist.

Wenn wir an einem normalen Femur den lateralen Kondyl auf künstliche Weise kürzer machen, indem wir etwa 1 *cm* von ihm abmeisseln und das so hergerichtete Femur auf den Tisch aufstellen, so weicht selbstverständlich der Schenkelschaft mit seinem oberen Ende nach oben lateralwärts ab, der Kniebasiswinkel wird sofort erheblich kleiner als de norma, und wir können ein Genu valgum auch auf diesem Wege erklären. Die blosse Aenderung des Kniebasiswinkels hat also keine eindeutige Beweiskraft. Der Kniebasiswinkel kann kleiner werden *a)* weil der Schaft auf die Epiphyse schief aufgestellt ist, oder *b)* weil der laterale Kondyl relativ kürzer ist als der mediale, oder *c)* weil beides vorhanden ist.

Mikulicz ist diese Schwäche nicht verborgen gewesen. Da sich aus der Verminderung des Kniebasiswinkels nicht erweisen lässt, dass

die Veränderung nur auf einem Schiefstande der Diaphyse zur Epiphyse beruhe, so prüfte Mikulicz noch ganz richtig eine zweite Beziehung. Die untere Epiphysenfuge des Femurs verläuft an einer Stelle, in der Linea intercondyloidea, bekanntlich in einer Richtung, welche mit der Kniebasis fast parallel ist. Ist an dem Femur eines an Genu valgum Leidenden die Epiphysenlinie und die Kniebasis auch noch parallel, dann ist an den Kondylen allerdings keine Höhendifferenz vorhanden und der Beweis ist eindeutig hergestellt. Der Winkel, den der Femurschaft mit der Kniebasis bildet, ist dann gleich jenem, den er mit der Epiphysenlinie bildet, und man kann den einen für den anderen nehmen. Nun glaubt Mikulicz in der That gefunden zu haben, dass beim Genu valgum die Kniebasis mit der Epiphysenlinie parallel bleibe. Aber an manchen Präparaten fand Mikulicz, dass die beiden Linien, die parallel sein sollen, doch einen Winkel bilden, wenn auch nur von wenigen Graden, wie Mikulicz angibt, höchstens von 6°. Andere wie Mac Ewen, Guéniot, Lannelongue, Chiari fanden hingegen, dass eine Höhendifferenz der Kondylen bestehe, also die Kniebasis mit der Epiphysenlinie nicht parallel sei, dass man also den Kniebasiswinkel dem Epiphysenlinienwinkel nicht gleichsetzen dürfe.

Die Art, wie Mikulicz an seine Untersuchungen ging, ist nicht einwandfrei.

Um den Kniebasis- und den Epiphysenlinienwinkel an normalen Menschen zu messen, nahm der genannte Autor eine Zahl von 100 Oberschenkelknochen her und mass die genannten Winkel. Es ergab sich dann eine Durchschnittszahl, mit welcher die an Präparaten von Genu valgum gewonnenen analogen Zahlen verglichen wurden. Ich habe im anatomischen Institute von Zuckerkandl mir 30 Stück Femora geben lassen, und eine kurze Betrachtung der Stücke liess mich an einen anderen Modus denken. Ich suchte mir nur jene Oberschenkelknochen heraus, die in Allem und Jedem übereinstimmten. Das waren augenscheinlich die tadellosen Femora, die der Anatom in seinem Lehrbuche, in seinen Atlanten abbildet, wahre Musterstücke. Es waren ihrer 7 Stück. Alle anderen zeigten Unregelmässigkeiten auffallenderer Natur. Da waren Verbiegungen, Torsionen, Dimensionsabweichungen mannigfaltiger Art. Ich konnte aus dem Reste von 23 Stücken zwar keine Gruppen zusammenstellen, um etwa abweichende Nebentypen zu finden; aber es machte mir den Eindruck, dass hier wohl fast durchwegs Abweichungen sich vorfinden, für die man erst allmählich das Verständniss gewinnt. Zwei Stücke waren entschieden einem Genu valgum angehörig; an anderen waren schwache rhachitische Verbiegungen erkenntlich u. s. w. Ich zog

daraus den Schluss, dass es verlässlicher sein dürfte, die Knochen eines Genu valgum nur mit den Typen der tadellosen Formation zu vergleichen.

Ein zweiter Punkt, der mir beachtenswerth erschien, betrifft das Alter der Individuen, die man zum Vergleiche heranziehen sollte. Da das Genu valgum staticum in einer Lebensepoche entsteht, wo die Epiphysen noch nicht verknöchert sind, so ist es wohl angezeigt, eine zweite Reihe von Vergleichen anzustellen, welche nur Objecte aus demselben Lebensalter betreffen. Der erste Punkt lässt uns die Norm an Erwachsenen und sozusagen das Ziel erkennen, welchem die normale Entwicklung und der normale Mechanismus zustreben. Der zweite Punkt gestattete, die Frage zu erwägen, ob denn nicht gerade in jenem Lebensalter, in welchem das Genu valgum staticum häufig aufzutreten pflegt, nicht schon im Baue der Theile günstige Vorbedingungen bestimmter Art zu beobachten sind.

Ein dritter Punkt, der mir der ernstesten Beachtung werth erschien, war die Berücksichtigung des ganzen Beines, ja auch des Beckens. Treffend nannte Lorenz das Genu valgum eine Skoliose des ganzen Beines, und es musste selbstverständlich vor Allem auch das Becken in Betracht gezogen werden.

Endlich fand ich, dass die Messungsmethode, die Mikulicz befolgte, einigermaassen unsicher ist. Wenn man in Mikulicz' Arbeit Fig. 6 und 7 ansieht, so wird man zugeben müssen, dass sich die die Epiphysenlinie versinnlichende Gerade auch anders ziehen liesse. Die Linea intercondyloidea ist ja am Knochen selbst eine nicht streng geradlinig verlaufende und relativ breite Linie. Man kann durch sie eine ganze Zahl von Geraden legen, die mit der Kniebasis verschiedene, allerdings nur wenig abweichende Winkel bilden. Aber gerade an der citirten Figur kann man sehen, dass die Richtung der Schaftaxe*) von der normalen Richtung wenig

*) Gerade bei diesen Figuren ist in der Mikulicz'schen Arbeit ein Versehen zu bemerken. Während der Autor auf pag. 583 (Archiv für klin. Chirurgie, XXIII, sagt: „Ich muss noch bemerken, dass der Kniebasis- und der Epiphysenlinienwinkel hier durchgehends auf den Femurschaft (die anatomische Femuraxe) bezogen sind", ferner pag. 597: „Die Correspondenz" (des Epiphysenwinkels mit dem Kniebasiswinkel) „tritt besonders auffallend dort hervor, wo bei einem Individuum eine Extremität normal, die andere verkrümmt oder aber der Grad der Verkrümmung an beiden Seiten ein verschiedener ist. In den Fig. 6 und 7 sind die Verhältnisse sehr klar veranschaulicht"; während er also bei dieser fundamentalen Thatsache das Gewicht darauf legt, dass jener Winkel gemessen werde, den die Epiphysenlinie oder die Kniebasis mit der Schaftaxe (der anatomischen Femuraxe) bildet, zeigen die Fig. 6 und 7 jenen Winkel, den die genannten Linien mit der mechanischen Femuraxe einschliessen, und die Erklärung der Figuren (pag. 766) notirt dies auch. Die mechanische Femuraxe ist eine ganz andere Linie. Die fundamentale Thatsache ist also durch eine unrichtige Zeichnung illustrirt.

abweicht. Setzen wir den Fall, dass diese Abweichung in einem nur gedachten Falle 10° beträgt, der Winkel, den die Epiphysenlinie mit der Kniebasis in dem Falle aber 7° — Mikulicz nimmt 6° als Maximum, aber 1°, 2°, ja 3° kann man irren, wenn man durch die Linea intercondyloidea das Lineal legt — so entsteht die Frage, ob man die 7° neben jenen 10° vernachlässigen darf, ob man nicht vielmehr sagen muss: die Neigung des Schaftes ist abnorm, aber auch die Höhe der Kondylen ist verschieden. Ich glaube daher, dass es angezeigt ist, an zweifellosen stark abnormen Fällen in erster Linie seine Anschauung zu üben, seine Eindrücke zu prüfen und seine Ansicht zu entwickeln.

Ich gebe unter Fig. 1 die Abbildung eines Falles, wo eine bedeutende Höhendifferenz der Kondylen sofort auffällt, und zeige, um wie viel die Convergenz der Femuraxe sich verändert, wenn sich diese Höhendifferenz geltend macht. Bei *a*) sind nämlich die Linea intercondyloidea horizontal und die Epiphysenlinie des proximalen Tibiaendes nahezu parallel eingestellt; jedenfalls ist die Tibiastellung bei *a*) und bei *b*) identisch; man merkt sofort, wie richtig Mikulicz' Behauptung ist, dass die Diaphyse des Femurs auf die Epiphyse schief aufgesetzt ist. Bei *b*) steht die Kniebasis auf der Tibia auf, und man bemerkt ebenfalls sofort, dass die schiefe Stellung des Femurs bedeutend zugenommen hat, eben weil der Condylus lat. kürzer (und auch die laterale Tibiagelenkpfanne tiefer ausgehöhlt) ist. Es ist also unzweifelhaft, dass die Veränderungen bei Genu valgum nicht nur extra-, sondern auch intraarticulär sind. Mit anderen Worten: die Kniebasis bildet beim Genu valgum mit der Linea intercondyloidea einen grösseren Winkel als de norma (und auch die laterale Gelenkfläche der Tibia ist tiefer ausgehöhlt).

Mit der Constatirung dieser Thatsache ist aber die anatomische Prämisse für die Theorie des Genu valgum schon etwas anders geworden. Wer an Mikulicz' Ansicht festhaltend, sich die Anschauung zurechtlegt, die Gelenkveränderungen seien secundär, der müsste sich doch Rechenschaft darüber legen, wieso ein schieferes Stehen der Diaphyse auf der Epiphyse eben jene Ungleichheit der Kondylen bewirken könne. Ich untersuchte ein Präparat von Fractur, bei welchem die Verhältnisse eines Schiefstandes der Diaphyse auf der Epiphyse so nachgeahmt sind, wie es beim Genu varum der Fall ist, und doch bemerkt man gar keine Veränderungen im Gelenke.

Wenn primär die lateralen Theile des Kniegelenkes sich so verhalten, wie es beim Genu valgum der Fall ist, wenn also vor Allem der Condylus lat. primär niedriger und die Tibiapfanne tiefer wird, so

kann man auch zu der Annahme gelangen, dass durch die laterale Einknickung des Gelenkes die Theile am medialen Abschnitte der ganzen Gelenksgegend einer Deformation unterworfen werden, welche selbst die benachbarten Diaphysentheile betreffen können. Die umgekehrte Reihenfolge der Zusammenhänge erscheint uns also a priori wahrscheinlicher.

Eine solche Annahme kann ihre Stütze in jenen Bildern und Ausführungen finden, die J. Wolff in seinem Werke: „Das Gesetz der Transformation der Knochen", pag. 64 und 65 und Tafel XI und XII, gibt.

Ausserdem wird Jedermann sofort dem Gedanken Raum geben, dass vielleicht Beides, die veränderte Stellung der Diaphysen zu den Epiphysen und die Veränderungen der Gelenkkörper, die Folgen einer und derselben Schädlichkeit sein dürften. Handelt es sich um einen Fall von Osteomyelitis, in deren Verlaufe der Condylus lat. niedriger geworden ist, so können wir bei dem in Folge dieser Zerstörung eintretenden Genu valgum allerdings sagen, die Veränderung des lateralen Kondyls sei die primäre und die übrigen Erscheinungen — falls nicht noch causale Zwischenglieder intervenirt haben — seien secundärer Art. Aber bei einer statischen Erkrankung, wo der Gesammtcomplex der Theile abnormen Einflüssen (Belastung u. s. w.) unterworfen ist, können wir die Reihe und causale Aufeinanderfolge der Veränderungen nicht so leicht herstellen. Man muss J. Wolff Recht geben, wenn er (l. c. pag. 135) sagt: „Diese Formveränderung aber hat eine viel tiefere Ausprägung und eine viel grössere Ausdehnung, als die meisten Autoren bisher angenommen haben. Sie betrifft nicht bloss die Kniegegend, sondern auch weit von dieser abgelegene Körperstellen. Sie betrifft die ganze Tibia und die ganze Fibula und in schweren Fällen auch das ganze Femur und selbst die Knochen des Fusses. Sie macht sich nicht bloss in Verbiegungen und Veränderungen der Wanddicke der compacten, sondern auch in Veränderungen der Dicke und in Transformationen der Gesammtarchitektur der Bälkchen der spongiösen Knochenregion und endlich auch in Umänderungen der Gestalt der Markhöhle der Knochen geltend." Allerdings hat J. Wolff in seinem citirten Werke nur diejenigen Punkte erörtert, welche sich auf die Knochenarchitektur des Femurs und der Tibia beziehen und den Umfang der übrigen Veränderungen nur mit den eben citirten Worten angedeutet. Mikulicz gebührt das Verdienst, die entfernteren Veränderungen am ganzen Beine näher und stellenweise eingehender erörtert zu haben. Aber gerade diese Erörterungen fielen doch nebensächlich aus, da Mikulicz auf seinen bedeutenden Fund, den Schiefstand der Diaphyse, zu viel Gewicht legte und mit ihm die Sache

erledigt glaubte. Es wird Gegenstand der nachfolgenden Auseinandersetzungen sein, zu zeigen, dass diejenige Thatsache, die Mikulicz gefunden, von diesem Autor kaum richtig gedeutet wurde und zu einer unrichtigen Theorie des Genu valgum führte.

Auf Mikulicz' Annahme, dass es sich beim Genu valgum adolescentium um Spätrhachitis handle, gehe ich hier nicht ein. Die Annahme wurde schon von meinem verewigten Freunde Tripier bekämpft und wird auch von J. Wolff zurückgewiesen. Sie dürfte überhaupt keine Anhänger mehr haben.

II. Statistisches.

Ueber die Häufigkeit der seitlichen Kniegelenksverkrümmungen liegen meines Wissens keine eingehenderen Untersuchungen vor.

Aus den Berichten der Wiener öffentlichen Krankenhäuser konnte ich folgende Ziffern entnehmen.

In sämmtlichen zehn k. k. Krankenanstalten wurden in den Jahren 1892—1897 unter der Rubrik Genu valgum und Genu varum geführt:

	Männer	Weiber
Genu valgum	202	47
„ varum	39	30

Dieses Material betrifft aber offenbar nur die zur Behandlung wegen dieser Krankheitsform gelangten und daher unter den Rubriken Genu valgum und Genu varum geführten Fälle. Dass aber neben einem zum Redressement oder zur Osteotomie aufgenommenen Genu valgum auf demselben Zimmer noch ein zweites Genu valgum etwa mit Sarkoma maxillae und ein Fall von Genu varum etwa mit Peritonitis tuberculosa daneben liegen kann, zeigt die tägliche Erfahrung.

Es wäre zu erwarten gewesen, dass auf den geburtshilflichen Kliniken, wo die rhachitischen und osteomalacischen Becken mit grosser Genauigkeit aufgenommen werden, auch den Befunden am Knie eine genauere Aufmerksamkeit geschenkt werde; doch hat das nächste fachliche Interesse bisher alle Aufmerksamkeit für das Becken absorbirt.

Nach solchen vorläufigen Umblicken gewann ich die Ueberzeugung, dass eine statistische Untersuchung in grösserem Maassstabe von mir selbst angestellt werden müsse.

Das, was ich aber dermalen bringe, ist nur eine statistische Orientirung. Wie eine statistische Untersuchung im strengeren Sinne des Wortes anzustellen wäre, wird sich später ergeben, zugleich aber wird der Grund einleuchten, warum ich dermalen auf eine solche nicht eingehen konnte.

Zu dieser statistischen Untersuchung benützte ich das liegende Material des k. k. allgemeinen Krankenhauses, dann einen Theil des Materiales der Rudolfsstiftung, des Wiedener Krankenhauses und des Franz Josefs-Spitales, wo mir bereitwilligst entgegengekommen wurde. Ebenso erhielt ich eine werthvolle Unterstützung in den Wiener Garnisonsspitälern, und selbst bei einem Truppenkörper.

Was sollte aber die statistische Orientirung lehren? Es war mir vor Allem darum zu thun, die relative Häufigkeit der seitlichen Kniegelenksverkrümmungen bei den beiden Geschlechtern zu erfahren. Wenn man sich die Thatsache vor Augen hält, dass beim Weibe die Pfannendistanz grösser, bei den Männern kleiner ist, und dass schon darum ein die Beinverhältnisse wahrscheinlich stark beeinflussendes Moment im Spiele sein könnte, musste die statistische Orientirung in dieser Richtung zunächst unternommen werden. Fragte ich sehr erfahrene Collegen in dieser Richtung aus, so erhielt ich meistens die Antwort, dass bei den Weibern geringe Grade des Genu valgum sehr häufig, hohe Grade entschieden seltener vorhanden sind als bei den Männern. Diesen dunklen Eindruck hatte ich selbst. Für seine Richtigkeit sprach der Umstand, dass es ja die Männer sind, bei denen bestimmte Berufsarten die Entstehung des statischen Genu valgum befördern; dieses heisst ja auch „Bäckerbein". Erwägt man aber, wie viele Wäscherinnen, Köchinnen, Dienstmädchen u. s. w. ihre Beine ebenfalls einer Ueberanstrengung aussetzen müssen, so musste man die Möglichkeit zugeben, dass beim weiblichen Geschlechte das Genu valgum vielleicht ebenso häufig entstehen könne wie beim männlichen.

Das männliche Genu valgum sehen wir auf der Gasse, weil die Männer Hosen tragen, während die weibliche Bekleidung es uns vielleicht verbirgt.

Was nennen wir aber Genu valgum? Viele Fachmänner bemerkten im Laufe der Zeit, dass ein gewisser Grad des Genu valgum ein physiologisches Attribut der Menschen sei, und dass das pathologische Genu valgum nur ein Excess des ersteren sei.

Sieht man sich die auf den Strassen einer grossen Stadt wandelnden Menschen an, so bemerkt man neben denjenigen, deren Beine und deren Schreiten uns tadellos erscheinen, noch zwei andere Typen: die einen gehen mit leicht einwärts gebogenen Knien, die anderen mit leicht auswärts gebogenen. Untersucht man, diesen Eindruck festhaltend, liegende Menschen, so findet man in der That, dass es solche gibt, bei denen die Knie und die Knöchel sich gleichzeitig berühren können, wenn sie die Beine an einander legen; diese Menschen machen uns den Eindruck eines normalen Baues. Daneben finden wir Individuen, bei welchen die Fussknöchel eine Distanz zeigen, sobald die Knie sich berühren. Diese Menschen erzeugen in uns den Eindruck eines Genu valgum niederen Grades; nennen wir sie Subvalgi. Endlich gibt es Menschen, die beim Knöchelschluss eine Distanz der Knie aufweisen: nennen wie sie Subvari.

Im Ganzen und Grossen entspricht also die Beobachtung an liegenden Menschen der Wahrnehmung, die wir an den gehenden machen. Wir

sehen auf der Gasse die Normales, die Subvalgi und die Subvari. Nur darf man nicht vergessen, dass hier grosse, vielleicht sehr überraschende Täuschungen unterlaufen können.

Ich selbst hielt es immer für ausgemacht, dass die auf der Gasse gehenden Reiter, insbesondere also die Cavalleriesoldaten Subvari seien. Ich wurde aber von meinem Assistenten Dr. Ewald, der selbst Reiter ist, aufmerksam gemacht, dass hier eine merkwürdige Täuschung obwalten dürfte.

Die Beugung im Kniegelenke ist eine Bewegung in der Sagittalebene. Ab- und Adduction ist eine Bewegung in der Frontalebene. Wenn nun das Knie in einer Ebene bewegt wird, die zwischen der frontalen und der sagittalen Ebene diagonal gestellt ist, so wird unser Urtheil beirrt. Ein Cavallerist, der das Bein im Hüftgelenke auswärtsrotirt und nun einhergeht, verleitet uns zu dem Urtheile, dass seine Beine eine gewisse Varitas zeigen, dass der Oberschenkel und Unterschenkel im Knie einen stumpfen Winkel bilden, der medialwärts offen ist. Er macht uns den Eindruck eines Subvarus oder entschiedenen Varus.

Auch von der gegentheiligen Täuschung können wir uns an uns selbst überzeugen. Posito eo, man wäre in dieser Beziehung normalbeinig. Man lege sich horizontal hin, bringe die Knie aneinander, beuge sie etwas und rotire in beiden Hüftgelenken medialwärts (Pronation). Man wird sofort bemerken, dass die Unterschenkel divergiren, dass der Anschein eines Genu valgum entsteht. Einfach darum, weil sich der Beugewinkel zwischen Ober- und Unterschenkel nun auch auf der Frontalebene projicirt und damit den Eindruck einer Divergenz der Unterschenkel erzeugt.

Diese Täuschung ist es ja, welche beim Verschwinden der Valgitas in der Beugestellung eines hochgradigen Genu valgum mitspielt; dass dabei eine Auswärtsrollung des Beines im Hüftgelenke stattfinde und dass die frontale Projection in eine sagittale umgewandelt wird, darauf hat schon Mikulicz vor Jahren sehr treffend hingewiesen. Bei der Beurtheilung der auf der Gasse wandelnden Menschen muss also diesem Momente Rechnung getragen werden.

Bei der statistischen Untersuchung, die ich anstellte, hatte ich folgende Punkte im Auge.

Ich unterschied drei Grade des Uebels: Genu valgum, Genu subvalgum und Knie mit einer Spur von Valgitas; ebenso Genu varum, Genu subvarum und Knie mit einer Spur von Varitas.

Als Genua valga liess ich diejenigen gelten, bei welchen, wenn am liegenden Menschen ein exacter Schluss der Knie vorhanden ist, ein Knöchelabstand von wenigstens 3 *cm* nachweisbar ist. Als Genu varum wurde das-

jenige angesehen, an welchem bei exactem Schluss der Fussknöchel eine Distanz der Knie von 3 *cm* wenigstens vorhanden war. Als Spur der Valgitas ist exacter Knieschluss und gleichzeitige kleine Knöcheldistanz, als Spur der Varitas bei exactem Knöchelschluss eine geringe Distanz der Knie angesehen, so dass man etwa mit einem Finger frei durchgehen kann. Eine Knöcheldistanz von etwa 2 *cm*, oder eine Kniedistanz von ebensoviel wurde als Subvalgitas oder Subvaritas notirt. Es ist selbstverständlich, dass nur an nicht anderweitig erkrankten oder deformen Beinen untersucht wurde.

Was das männliche Geschlecht betrifft, so wurden in erster Linie die Soldaten der Wiener Garnisonsspitäler ins Auge gefasst. Es sind das gut gebaute Männer, die nahezu alle im dritten Lebensdecennium stehen. An diesen konnten nur die geringeren Grade des Uebels wahrgenommen werden. Einen sehr schätzenswerthen Beitrag lieferte gütigst der k. u. k. Regiments-Arzt Dr. Farkas, der 500 Mann eines Husaren-Regiments sehr genau untersuchte. Zur Ergänzung des Beobachtungsmateriales wurden dann noch die liegenden kranken Männer des allgemeinen Krankenhauses herangezogen.

Beim weiblichen Geschlechte wurden wieder in erster Linie die venerischen Patientinnen ins Auge gefasst, weil bei diesen im Ganzen und Grossen Wohlgestalt vorauszusetzen war. In zweiter Linie wurden die Schwangeren und die Wöchnerinnen der Gebärkliniken untersucht. Herangezogen wurde dann noch das im Krankenhause liegende Material an weiblichen Kranken.

Ich dehnte die Untersuchung nur auf Individuen bis zum 50. Lebensjahre aus; auch die Kinder sind ausgeschlossen; es ist also die Lebenszeit zwischen dem 15. und 50. Lebensjahre berücksichtigt.

Neben dem Geschlechte und dem Lebensalter ist auch das Moment der Körpergrösse berücksichtigt worden. Die statistische Erhebung hatte die drei Rubriken: grosse, mittlere, kleine Statur. Die Berücksichtigung der Körpergrösse hatte aber nur bei zwei Kategorien der Individuen eine verlässlichere Bedeutung. Bei den Soldaten geschah die Erhebung durch den Operateur meiner Klinik, den Herrn Regiments-Arzt Justian, und dieser ist an die Schätzung der Körperhöhe der Soldaten gewöhnt; bei einer gewissen Zahl von männlichen Civilkranken wurden Militärärzte zugezogen, so dass die Schätzung einheitlich ausgeführt wurde. Beim weiblichen Geschlechte sind wieder die Geburtshelfer auf die Schätzung der Körperhöhe der Weiber eingeübt, und deshalb wurden die Weiber der Gebäranstalt hauptsächlich einbezogen; zur Ergänzung wurde noch von Dr. Peham aus der Klinik Chrobak eine Anzahl von Patientinnen im Spitale abgeschätzt.

In der beiliegenden Tabelle ist eine Uebersicht der bei den Weibern erhobenen Daten enthalten.

TABELLE I.

(Weiber.)

Altersstufe	Statur			Alle	Normales	Valgitas				Varitas			
	gross	mittel	klein	zusammen	Verhalten	Spur	Sub-valgum	Valgum	beide zus.	Spur	Sub-varum	Varum	beide zus.
10—20	37	84	37	158	70	19	25	8	33	16	17	3	20
20—30	162	377	162	701	288	88	103	70	173	69	62	21	83
30—40	49	127	73	249	94	37	36	15	51	38	20	9	29
40—50	17	55	20	92	25	22	14	6	20	10	12	3	15
Summa	265	643	292	1200	477	166	178	99	277	133	111	36	147
	1200					443				280			
					477 + 443 + 280 = 1200								

Was die Statur der besichtigten weiblichen Personen betrifft, so gab es unter den 1200 Individuen:

grosse 265, mittlere 643, kleine 292

Strenger Parallelismus der Unterschenkel (Knieschluss und gleichzeitiger Knöchelschluss) war vorhanden in 477 Fällen = 39%; es hätten also rund 60% abnorme Verhältnisse. Rechnet man aber jene, welche den Fehler der Varität oder Valgität nur in einer geringsten Entwicklung (Spur) tragen, hinzu, so kommen 166 Valgusspuren und 133 Varusspuren zu den 477 Fällen hinzuzurechnen, und es ergeben sich 776 Individuen, die normale oder nahezu normale Verhältnisse bieten, also 64·6% der Gesammtzahl. Hienach wäre unter drei weiblichen Beinen eines abnormal.

Und zwar gibt es auf 277 Valgitäten nur 147 Varitasfälle, das ist nahezu ein Verhältniss wie 28 : 14, also wie 2 : 1; mithin kann man sagen, dass auf 2 Valgusformen 1 Varusform komme.

Demnach würde es unter 9 weiblichen Personen 3 mit abnormen Knieverhältnissen geben, und zwar 2 mit valgen, 1 mit varen Abweichungen.

Fasst man nur die entschieden ausgesprochenen Abweichungen (über 3 *cm* Distanz) ins Auge, so finden wir 99 Valga und 36 Vara, das ist annähernd so viel wie 100 : 40; die ausgesprochenen X-Beine sind also bei Weibern häufiger als die O-Beine, und zwar in dem annähernden Verhältnisse wie 5 : 2.

Nun folgt eine Untersuchung über die Beziehung der Körpergrösse zu den Knieverhältnissen.

TABELLE II.

(Weiber.)

		Gross	Mittel	Klein	Summa
Gesammtzahl		265	643	292	1200
normal		102	247	128	477
Valgitas	Spur	39	90	37	166
	Subvalgum	51	88	39	178
	Valgum	25	51	23	99
Varitas	Spur	27	78	28	133
	Subvarum	15	64	32	111
	Varum	6	25	5	36
Summa der Abweichungen		163	396	164	723

Wenn man auch hier die geringsten Grade des Uebels zu den normalen Fällen hinzurechnet, wenn man auch Subvalgum mit Valgum, Subvarum mit Varum zusammenfasst, so ergeben sich folgende Verhältnisse.

Von den grossen 265 Weibern sind dann:

102 + 39 + 27 = 168 normal
51 + 25 = 76 mit Valgität }
15 + 6 = 21 „ Varität } behaftet.

Von den mittleren 643 Weibern sind dann:

247 + 90 + 78 = 415 normal
88 + 51 = 139 mit Valgität }
64 + 25 = 89 „ Varität } behaftet.

Von den kleinen 292 Weibern sind dann:

128 + 37 + 28 = 193 normal
39 + 23 = 62 mit Valgität }
32 + 5 = 37 „ Varität } behaftet.

In runden Ziffern verhält sich also die Norm zur Gesammtzahl:

Bei den grossen	Weibern	wie	168 : 265	oder einfacher wie	17 : 27
„ „ mittleren	„	„	415 : 643	„ „ „	42 : 64
„ „ kleinen	„	„	193 : 292	„ „ „	19 : 29

Rundet man die Verhältnisse ab auf folgende:

18 : 27   42 : 63   20 : 30

so erhält man für die drei Körpergrössen dasselbe Verhältniss der Norm zur Gesammtzahl, nämlich 2 : 3.

Das früher angegebene Verhältniss gilt also auch innerhalb jeder Körpergrösse; jedes dritte Bein ist abnormal.

Von besonderem Interesse ist es nun, zu untersuchen, ob die Körpergrösse einen Einfluss habe auf die Form der Abnormität.

Was die Valgitas betrifft, so bietet sie folgende Verhältnisse:

Bei den grossen	Weibern	repräsentirt sie	76	Fälle unter	265
„ „ mittleren	„	„ „	139	„ „	643
„ „ kleinen	„	„ „	62	„ „	292

Rundet man die Ziffern ab, so erhält man folgende Verhältnisse:

8 : 27 oder 1 : $3^1/_3$
14 : 64 „ 1 : $4^1/_6$
6 : 30 „ 1 : 5

Daraus geht hervor, dass die höhere Körperform mit der Valgitas häufiger combinirt ist als die mittlere, und diese häufiger als die kleinere.

Was die Varitas betrifft, so erhalten wir folgende Ziffern:

Bei den grossen	Weibern	repräsentirt	sie	21	Fälle	unter	265
„ „ mittleren	„	„	„	89	„	„	643
„ „ kleinen	„	„	„	37	„	„	292

Unter Abrundung der Ziffern erhalten wir die nachstehende Relation:

20 : 265 oder 1 : 13
90 : 640 „ 1 : 7
36 : 300 „ 1 : 8

Daraus geht hervor, dass die höhere Körpergestalt mit der Varitas am seltensten behaftet ist; die mittlere Körperform ist mit ihr ebenso häufig combinirt wie die kleine, sogar um etwas häufiger.

Von den höheren Graden der Deformität habe ich bei den untersuchten Weibern nur wenige gefunden; 3 Valga von 6 *cm*, 1 von 7 *cm*, 1 von 8 *cm*, 1 von 10 *cm*, 1 von 11 *cm* Knöcheldistanz. Die Vara waren fast alle gering, gerade 3 oder 4 *cm*, nur eines von 10 *cm* Kniedistanz.

Auf die näheren Verhältnisse der deformen Gelenke konnte ich casuistisch nicht eingehen; nur das eine muss ich hervorheben, dass ich die compensatorische Fussform nur 3mal, bei 2 Valgis und bei 1 Varum vorfand, eine gewiss auffallende Erscheinung.

Hingegen nahm ich bei den höheren Graden von Valgum Anlass, nach der Beschäftigung und eventuellen Ueberbürdung zu fragen. In 2 Fällen wurde keine Ueberlastung zugegeben; in den anderen Fällen wurde die stattgefundene Ueberlastung lebhaft geschildert.

Eine Büglerin muss jahrelang den ganzen Tag und während der Winterszeit oft bis tief in die Nacht arbeiten (und das um einen sehr kargen Lohn!). Ein Landmädchen schilderte heiter und deshalb um so ergreifender, wie sie seit dem frühesten Morgen (4 Uhr) bis in die Nacht stehend arbeiten musste. Gegen die Gefühle der Uebermüdung am Beine kämpften die Befragten verschieden an; zeitweises Stehen auf einem Beine, Stehen auf den äusseren Fussrändern wurde angegeben. Es ist wohl Sache der betreffenden Gewerbeärzte und Arbeits-Inspectoren, auch auf diesen Punkt zu achten; es gibt nicht nur Bäckerbeine, sondern auch weibliche Berufs-Beindeformitäten.

In 2 Fällen wurde starke Corpulenz in Verbindung mit häuslicher Ueberbürdung beschuldigt. Viele der Untersuchten hatten aber keine Ahnung, dass sie eine Valgität besitzen.

Was die Männer betrifft, so wird man zunächst jene Ausweise mit Interesse berücksichtigen dürfen, welche den Soldatenstand betreffen.

TABELLE III.

(Soldaten in der Altersstufe von 20—30.)

	Statur			Normales Knie	Valgitas				Varitas				
	gross	mittel	klein		Spur	Sub-valgum	Valgum	beide zus.	Spur	Sub-varum	Varum	beide zus.	
Garnisons-Spital I (meist Infanteristen)	59	68	23	129	—	—	1	1	14	—	6	6	150 Mann
Garnisons-Spital II (meist Infanteristen)	105	146	24	185	9	10	6	16	31	17	17	34	275 Mann
Husaren-Regiment	129	328	43	369	26	—	—	—	48	26	31	57	500 Mann
Summa	293	542	90	683	35	10	7	17	93	43	54	97	925 Mann
	925												

Diese Ausweise sind für die Valgitas von keiner Bedeutung, da die Valgi zum Kriegsdienste nicht genommen werden. Aber für das Verhältniss der Varitas zur Norm sind die Tabellen interessant.

Da es sich nur um Näherungswerthe handelt, so können wir den Fehler begehen und annehmen, es läge ein Material von 1000 Mann vor: wir erhalten dann die Procente der Verhältnisse direct aus der Tabelle. Die Valgitas lassen wir dabei unberücksichtigt. Es zeigt sich, dass eine Spur der Varitas in 9%, ein Subvarum in 4%, ein Varum in 5% der Fälle vorkommt. Die Varitas — auch ihre Spuren eingerechnet — kommt also fast in 20%, ihre bemerkenswertheren Grade in 10% der Fälle vor. Bekanntlich sind aber diese Grade der Deformität durchaus nicht hinderlich.

Eine eigene Hervorhebung verdienen die von Herrn Dr. Farkas untersuchten 500 Husaren. Ich gebe zunächst die Tabelle des genannten Collegen.

TABELLE IV.

(Männer, Husaren.)

		Gross	Mittel	Klein	
Gesammtzahl		129	328	43	500
Normales Knie		101	239	28	368
Valgitas	Spur	6	19	1	26
	Subvalgum	1	—	—	1
	Valgum	—	—	—	—
Varitas	Spur	9	31	8	48
	Subvarum	2	21	3	26
	Varum	10	18	3	31
Summe der Varitas		21	70	14	105

Es ergibt sich aus dieser Tabelle, dass die Gesammtzahl der mit Varitas Behafteten 105, also den fünften Theil oder 20% beträgt. Rechnet man die Fälle ab, wo nur eine Spur der Deformität vorhanden ist, so ergeben sich 57 Fälle, also 11·4%, somit eine statistische Sicherstellung des fraglichen Reiterbeines. Berücksichtigt man die Körpergrösse, so participiren die hochgebauten mit 12 Fällen daran, die mittleren mit 39, die kleinen mit 6 Fällen.

Berücksichtigt man aber die Ziffern, mit denen die einzelnen Körpergrössen in der Gesammtzahl vertreten sind, so erhält man

bei	129	grossen	Männern	12	Fälle	von ausgesprochener	Varitas
„	328	mittleren	„	39	„	„ „	„
„	43	kleinen	„	6	„	„ „	„

Rundet man die Ziffern ab, so erhält man als Verhältnisszahl der Varitas zur Gesammtzahl

bei den	grossen	Husaren	die Ziffer	12 : 130	oder	1 : 11
„ „	mittleren	„	„ „	40 : 330	„	1 : 8¼
„ „	kleinen	„	„ „	6 : 42	„	1 : 7

Die grossen disponiren also zur Varitas am allerwenigsten, die kleinen am meisten.

Es folgt nun eine Tabelle (Tabelle V) von 500 Civilisten, die als stationäre Kranke in den vier grossen k. k. Krankenanstalten Wiens von mir (bis auf wenige Fälle) persönlich aufgenommen wurden.

* * *

Unter 500 untersuchten Männern finden sich also 206 mit ganz normalen Knien, d. h. von 5 Männern bieten 2 ganz normale Knieverhältnisse. Rechnet man aber die nur in Spuren vorhandenen Abweichungen zur Norm hinzu, so erhält man 206 + 48 + 70 = 324, d. h. auf 5 Männer kommen 2 abnormale Knie, während bei den Weibern das Verhältniss 6 : 2 war. Es scheint also das männliche Knie der Deformität häufiger unterworfen zu sein.

Nimmt man einerseits die ausgesprochenen Valgitates, andererseits die ausgesprochenen Varitates in Betracht, so stehen 73 erstere 103 letzteren gegenüber; die Varitas ist also häufiger. Wenn also die Valgitas nicht ausgeschieden wird, wie es beim Militär der Fall ist, so bleibt dennoch das Varum im Uebergewicht; beim Militär war übrigens die Zahl der entschiedenen Varitäten geringer, sie betrug 117 Fälle von Tausend vielleicht weil die höchsten Grade des Varums doch ausgeschieden werden.

TABELLE V.

(Männer, Civilisten.)

Altersstufe	Statur				Normale Knie	Valgitas				Varitas			
	gross	mittel	klein	alle zus.		Spur	Sub-valgum	Valgum	beide zus.	Spur	Sub-varum	Varum	beide zus.
10—20	27	32	11	70	32	4	13	8	21	5	6	2	8
20—30	70	121	29	220	103	24	16	7	23	30	33	7	40
30—40	35	79	9	123	42	15	11	6	17	20	25	4	29
40—50	29	51	7	87	29	5	9	3	12	15	20	6	26
Summa	161	283	56	500	206	48	49	24	73	70	84	19	103
						121				173			
					206 + 121 + 173 = 500								

TABELLE VI.

(Männer, Civilisten.)

		Gross	Mittel	Klein	
Gesammtzahl		161	283	56	500
Normales Knie		73	100	33	206
Valgitas	Spur	19	23	6	48
	Subvalgum	19	28	2	49
	Valgum	8	13	3	24
Summe der Valgitas		46	64	11	121
Varitas	Spur	18	48	4	70
	Subvarum	19	60	5	84
	Varum	5	11	3	19
Summe der Varitas		42	119	12	173

Berücksichtigt man die Grössenverhältnisse des Körpers, so fand man

bei 161 grossen Männern die Valgität 46mal,
„ 283 mittleren „ „ „ 64 „
„ 56 kleinen „ „ „ 11 „

und lässt man die geringsten Grade weg, so ergeben sich folgende Ziffern:

bei 161 grossen Männern bilden die 27 Valga annähernd 1:6
„ 283 mittleren „ „ „ 41 „ „ 1:7
„ 56 kleinen „ „ „ 5 „ „ 1:11

Das heisst so viel, als die Valgitas ist am häufigsten mit höherer Statur verbunden, und je kleiner die letztere, desto seltener das Valgum. Lässt man die spurweise vorhandenen Fälle zur Zählung zu, so ergeben sich die Verhältnisse $1:3^1/_2$, $1:4^1/_2$, $1:5$, also ist der Satz auch dann ebenso giltig.

An der Varitas participiren unter	161	grossen	Männern	42,	also etwa	1 : 4
„ „ „ „ „	283	mittleren	„	119,	„ „	$1:2^1/_3$
„ „ „ „ „	56	kleinen	„	12,	„ „	$1:4^2/_3$

Rechnet man nur die höheren Grade des Uebels, so finden sich

24	Vara unter	161	grossen Männern,	oder	1 : 7
70	„ „	283	„ „	„	1 : 4
8	„ „	56	„ „	„	1 : 7

Es zeigt sich demnach, dass die mittleren das stärkste Contingent zur Varitas stellen.

Ich habe hier nur zu bemerken, dass ich unter den 500 Civilisten auch ein hochgradigstes Valgum (mit Arthritis deformans) vorgefunden und eine Reihe junger Männer mit dem bekannten, von Mikulicz geschilderten Habitus und — was ich hinzufüge — immer mit dem compensatorischen Pes varus. Die Seltenheit einer compensirenden Fussform bei Weibern ist dem gegenüber geradezu auffallend gewesen.

Das vorgeführte Materiale wird wohl Veranlassung zu weiteren statistischen Erhebungen geben. Namentlich in demographischer Beziehung dürfte es zu verfolgen sein, und hier könnten die bei Assentirungen amtirenden Militärärzte noch mancherlei interessante Daten an das Tageslicht fördern. Bei den grossen, kräftig gebauten Gestalten der bosnischen Soldaten, die in Wien zu sehen sind, ist die Häufigkeit der Varitas wirklich auffallend. Hier dürfte es sich kaum um eine Massenerscheinung der Rhachitis handeln, und weitere Aufschlüsse wären vielleicht recht belehrend.

Die grosse Zahl der Abweichungen von der Norm, die wir sowohl bei Männern wie bei Weibern vorgefunden, liefert einen recht anschaulichen Beitrag zu dem Verständnisse des hohen Grades der Differenzirung der Körperformen; wenn wir z. B. kleinere Knochen untersuchen, wie etwa den Talus oder das Naviculare, so staunen wir, wie häufig die individuellen Abweichungen von der Norm sind. Auch an den Knien sehen wir nun Aehnliches in förmlich aufdringlicherer Form. Auch die Beine haben ihre Typen wie die Schädel, die Becken, die Physiognomien.

Was insbesondere die Pathologie des Genu valgum betrifft, so möchte ich vorläufig nur folgenden Punkt hervorheben. Mikulicz betonte es, dass das Genu valgum nicht selten noch vor jenem Zeitpunkte beginne,

wo der Betreffende eine anstrengende Berufsart gewählt hat; diese Bemerkung sollte die Annahme von einem rhachitischen Ursprunge des Leidens stützen. Dem muss Folgendes entgegengehalten werden. Da wir das Subvalgum auch in den höheren Altersstufen häufig antreffen, so ist es sehr wahrscheinlich, dass viele Menschen, die im Beginne des zweiten Lebensdecenniums Subvalgi waren, es auch ferner bleiben, ohne Valgi zu werden. Hätte man einen bestimmten Valgus im Auge, der vor der Berufswahl ein Subvalgus war, wie kann man beweisen, dass seine Subvalgitas schon jene Krankheit war, die er durch Ueberlastung erworben? Er hätte als Subvalgus weiter leben können, wenn nicht die Ueberlastung hinzugetreten wäre.

Dass aber die Valgitas durch Beschäftigung hervorgerufen werde, das kann keinem Zweifel unterworfen werden. Mir war es auffallend, dass ein Seifensieder mir erzählte, in seinem Gewerbe kämen Kniebohrer häufiger vor. Vielleicht werden meine gegenwärtigen Mittheilungen Anlass geben, eine Statistik der Beindeformitäten bei einzelnen Gewerben zu unternehmen. Dass die von Haus aus als Subvalgi anzusehenden Arbeiter durch die Ueberlastung am leichtesten Valgi werden, das kann wohl nicht bezweifelt werden.

III. Anatomisches.

Eine auf etwa 100 Fälle anscheinend normal gebauter skelettirter Beine ausgedehnte Untersuchung ergab Folgendes:

1. Es gibt eine Anzahl von Schenkelbeinen, bei welchen der Condylus lat. fem. kaum um eine Spur niedriger ist als der Condylus medialis. Man kann sagen, dass bei diesen Schenkelbeinen die Kniebasis parallel sei der Linea intercondyloidea.

2. Sehr häufig ist der Condylus lat. etwas niedriger als der medialis; die Kniebasis bildet mit der Linea intercondyloidea einen kleinen Winkel, dessen Scheitel lateralwärts liegt.

An Schenkelbeinen, die sonst den Eindruck des Typischen machen, ist die Kniebasis nicht nothwendig parallel der Linea intercondyloidea, und an Schenkelbeinen, die irgend eine kleine Abweichung zeigen, kann wiederum Parallelismus der beiden Geraden beobachtet werden.

Es ergibt sich daraus, dass dies Verhalten der Kondylenlänge schon dort variirt, wo wir die Femora für ganz typisch halten oder nur geringe Abweichungen finden, die einen Zusammenhang mit der Kondylenlänge nicht vermuthen lassen.

Ohne anderweitige auffälligere Abweichungen kommt es aber gar nicht vor, dass der Condylus lat. höher wäre als der medialis.

In derselben Beziehung habe ich auch jene Skelette des hiesigen normal-anatomischen Museums durchgesehen, welche Individuen des kindlichen und jugendlichen Alters angehörten. Das älteste Individuum ist 19 Jahre alt, männlich. Es zeigte sich Folgendes. Unter vier Kindern im 5. Lebensjahre war einmal der laterale Kondyl deutlich niedriger, in drei Fällen die Linea intercondyloidea mit der Kniebasis anscheinend parallel. Bei den drei ältesten Individuen (einem 16jährigen und einem 18jährigen Weibe und einem 19jährigen Manne) ist die Kniebasis mit der Linea intercondyloidea anscheinend parallel, bei allen übrigen Skeletten ist der laterale Kondyl entweder deutlich niedriger, oder es ist eine Höhendifferenz eben wahrnehmbar. Bei zwei Skeletten ist eine Höhendifferenz nur auf einer

Seite vorhanden. Bei drei Individuen (einem 7jährigen und zwei 15jährigen Mädchen) ist der Unterschied in der Kondylenhöhe ein ganz entschiedener; gleichzeitig sind die Schenkelhälse etwas länger.

Es entstand nun die Frage, wie sich diese am isolirten Femur wahrgenommenen Befunde verhalten zu dem der Statistik zu Grunde gelegten Habitus des Beines. Entspricht die (nahezu) gleiche Länge der Kondylen jenen Beinen, wo Knie- und Knöchelschluss vorhanden ist? Und sind jene Femora, welche einen etwas niedrigeren lateralen Kondyl besitzen, die Femora der mit Valgitas Behafteten?

Hier musste zunächst eine Untersuchung an Leichen Aufschluss geben. Es wurde daher an einer Anzahl von Leichen das Verhalten der Beine genau so geprüft, wie es bei den statistischen Erhebungen am Lebenden geschehen war. Dann wurde die Kondylenlänge geprüft. Es ergab sich Folgendes: Unter 28 Fällen fand sich normales Verhalten (Knie- und Knöchelschluss) und gleiche Länge der Kondylen 7mal combinirt; in 5 weiteren Fällen war bei normalem Verhalten der laterale Kondyl etwas niedriger; aber in 6 Fällen war bei gleicher Kondylenhöhe Valgitas (3mal in Spur, 1mal Subvalgum, 2mal Valgum) vorhanden. In 2 Fällen war Subvalgum mit geringem Höhersein des medialen Kondyls combinirt, 2 Valga wiesen entschieden den medialen Kondyl um 5—6 *mm* höher. Es ergibt sich daraus, dass normales Verhalten mit gleicher Kondylenhöhe oder mit geringer Höhenabnahme des lateralen am häufigsten combinirt ist, und dass Valgitas des Beines mit gleicher Kondylenhöhe oder mit geringer Differenz vorkommen kann. Geringe Grade der Varitas waren combinirt 3mal mit ganz mässigem und 1mal mit einem bedeutenden Niedrigersein des lateralen Kondyls; 1mal war ein Varum von 5 *cm* Kniedistanz combinirt mit sehr geringem Niedrigsein des lateralen, ein anderes Varum mit Niedrigsein des medialen Kondyls. Man muss also daraus entnehmen, dass die Höhendifferenz der Kondylen häufig durch andere Momente wettgemacht oder sogar übercompensirt wird.

Welche Momente das sein können, liegt wohl an der Hand. Es sind dies augenscheinlich in erster Linie Verkrümmungen der Diaphysen, in zweiter Linie auch isolirte Aenderungen an der Tibia.

Um auch in dieser Beziehung Aufschluss zu erhalten, habe ich an weiteren (aber skelettirten) Beinen Umschau angestellt. Unter 20 Fällen hebe ich folgende Befunde hervor:

Ein Bein zeigt den lateralen Femurkondyl deutlich niedriger, aber der Femurschaft ist knapp unterhalb seiner Mitte lateralwärts convex ausgebogen, die eng gebaute Tibia (gleichsam niederer Grad von Platykämie)

zeigt die bekannte häufige *S*-förmige Krümmung, jedoch so, dass der obere Schenkel des *S* sehr flach, der untere viel stärker ausgesprochen ist und hiemit das untere Ende der Tibia gegen die Mittellinie convergirt. Hier ist also ein Kondylenverhältniss, das eher zur Valgitas disponirt, aber die Diaphysenkrümmungen bewirken eine Varitas des Beines.

Ein anderes Bein zeigt gleiche Kondylenhöhen, aber am Caput tibiae ist die Gelenkfläche für den Condylus medialis ungewöhnlich gross, tief und gleichmässig ausgerundet (geradezu auffallend). Das Bein ist ein entschiedenes Subvarum.

Bei einem dritten Beine ist der Condylus med. etwas niedriger, seine Pfanne an der Tibia um eine Spur tiefer, das Bein macht entschieden den Eindruck eines Subvarum.

In den übrigen 17 Fällen ist gleiche Kondylenhöhe, oder es ist der laterale Kondyl um eine Spur tiefer, und die Beine machen den Eindruck des ganz normalen Baues.

Ich habe überdies noch in einer anderen Sammlung (Zuckerkandl) zwanzig linksseitige Tibien genau besichtigt und an 3 Stücken solche Abweichungen der *S*-förmigen Krümmung bei übrigens normalem Verhalten der Gelenktheile gefunden, welche einen geringen Grad von Valgitas bedingen können.

Untersucht man die Knochenpräparate jener Individuen, welche ein entschiedenes Genu valgum besassen, und welche dieser Eigenthümlichkeit wegen im Museum aufbewahrt wurden, so ist eine solche Höhendifferenz der Kondylen ersichtlich, dass man sie als einen wesentlichen Punkt des Befundes ansehen muss.

Berücksichtigt man die von der oberen Epiphyse der Tibia getragenen Pfannen, so zeigt sich die für den Condylus lat. bestimmte Pfanne im Knochen entschieden vertiefter, und, beide Punkte zusammenfassend, kann man sagen, dass an dem lateralen Abschnitte des Kniegelenkes die knöchernen Constituentien, sowohl der Condylus lat. fem. als auch der laterale Theil der Tibia, im Höhendurchmesser abgenommen haben. Wie auch immer die theoretische Zurechtlegung der Thatsachen angepackt werden mag — zum Schlusse wird darauf eingegangen werden — so viel kann man behaupten, dass an der lateralen Seite die knöchernen Gebilde eine Einbusse ihrer Höhendimension erfahren.

Von welcher Bedeutung diese Thatsache für die Stellung der Diaphysen zueinander ist, lehrt schon der Anblick der Fig. 1. Sie stellt ein

hochgradiges Genu valgum vor. Bei *a*) sieht man, wie die Diaphyse des Femur sowohl als auch jene der Tibia weit mehr divergiren, als es der Norm entspricht; es ist also ein Genu valgum vorhanden, weil die Diaphysen auf die Epiphysen schief aufgesetzt sind; die Figur bestätigt demnach den wichtigen Mikulicz'schen Fund. Bei *b*) sind aber die Knochen aneinandergelegt; der laterale Kondyl articulirt mit der Tibia. Und sofort sieht man den Grad des Genu valgum sehr bedeutend erhöht. Der lateralwärts offene Winkel, den die Diaphyse des Femurs mit

Fig. 1.



jener der Tibia bildet, hat sich sehr geändert (verkleinert) und das Genu valgum erscheint daher nicht nur als alleinige Folge des Schiefaufgesetztseins der Diaphysen auf die Epiphysen, sondern auch als Folge eines zweiten Momentes, der Höhenabnahme der Constituentien der lateralen Hälfte des Kniegelenkes. Man könnte einwenden, dass die Höhendifferenz der lateralen Gebilde vielleicht ausgeglichen werde durch die stärkere Entwicklung der Gelenksknorpel auf dieser Seite; auf ein solches Verhalten der Knorpel wurde von den Autoren, so auch von Mikulicz hingewiesen. Es ist auch richtig, dass der Knorpelüberzug der medialen

Theile niedriger vorgefunden werden kann als der der lateralen Theile; aber niemals in einem solchen Maasse, dass hierdurch die Höhendifferenzen der knöchernen Gebilde compensirt werden können. Mikulicz hat die Differenzen in der Dicke der Gelenksknorpel genau gemessen und in seiner Tabelle angeführt; seine eigenen Ziffern bestätigen das eben Gesagte. Und von der Richtigkeit des Gesagten überzeugt man sich auch noch an den aktinographischen Bildern, wo die Knochengrenzen und — als Lücken — die Knorpelhöhen genau zu sehen und zu messen sind.

Fig. 2.

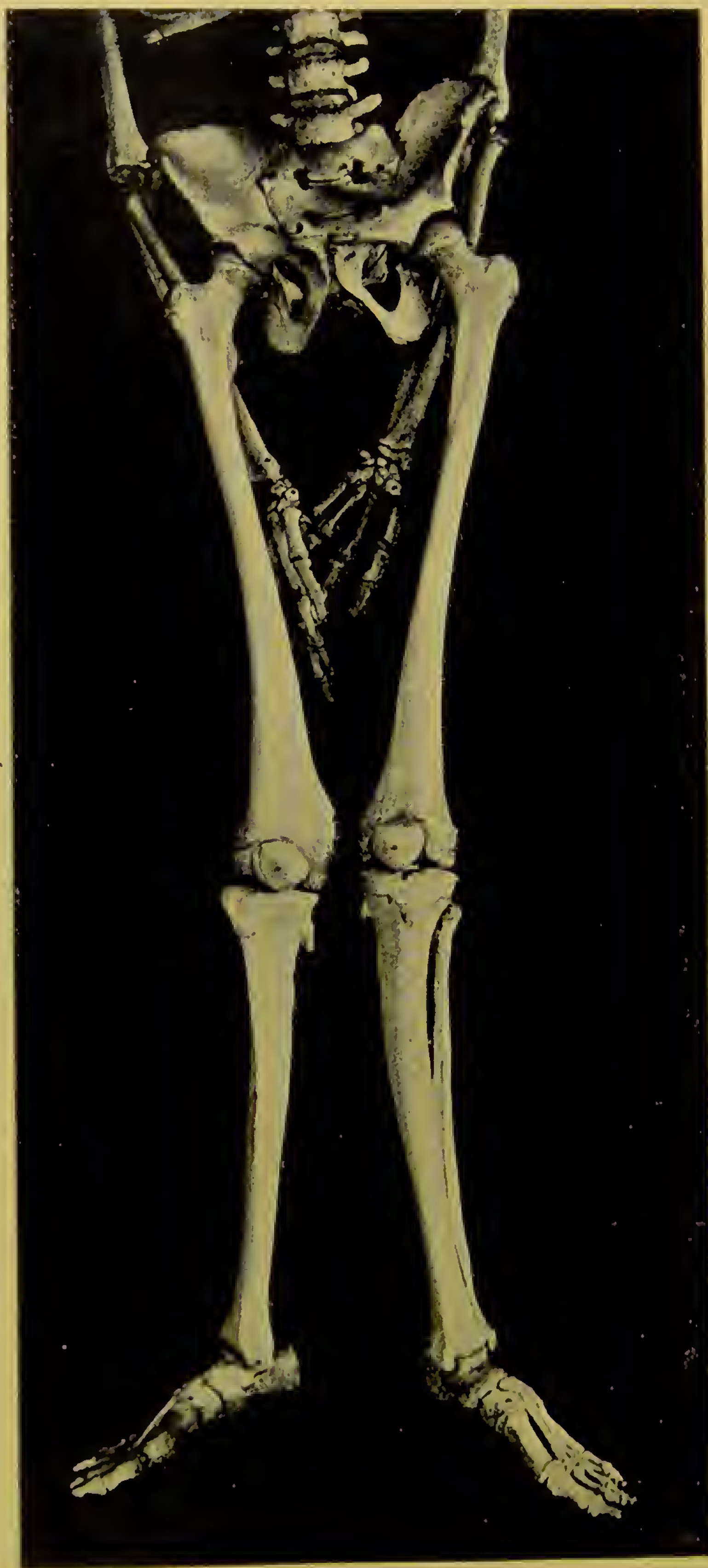


Es kann also nicht mehr bezweifelt werden, dass bei Genu valgum die Veränderungen auch intraarticulär sind; die Deformität ist durchaus nicht extraarticulär, wie Mikulicz lehrte. Aber nicht die Höhendimensionen allein sind geändert; der laterale Condylus fem. (Fig. 2) zeigt eine beträchtliche Verbreiterung im frontalen Durchmesser, und die für den Verkehr mit diesem Kondylus bestimmte Gelenkfläche der Tibia zeigt auch im Umrisse (Fig. 3) und in der Ausdehnung wesentliche Veränderungen. Sie ist weit grösser als die Pfanne für den medialen Kondyl und stellt nicht mehr jene in der Richtung von vorne nach hinten etwas convexe, in der frontalen

Fig. 3.



Taf. 4.



Taf. 5.



Richtung schwach concave Fläche dar, wie an normalen Schienbeinen, sondern eine in beiden Richtungen concave, bis zu $^1/_2$ *cm* ausgehöhlte Grube vor, in welche der Condylus ext. fem. eingelassen ist. Sieht man Fig. 1 und 7 an, so bemerkt man sofort, dass auch die im Frontaldurchschnitte ersichtliche Krümmung der Gelenkfläche des Condylus lat. eine andere geworden ist. Eine ganz bestimmt charakterisirbare Veränderung lässt sich hier nicht geben. Die einzelnen Fälle bieten grosse Verschiedenheiten. Damit stimmt die Thatsache, dass der Halt des Gelenkes ein verschiedener ist, und dass nicht selten auch eine Ueberstreckung des Gelenkes vorhanden ist. An dem medialen Kondyl bemerkt man keine solchen Veränderungen, die dieses Verhalten erklären würden; es muss aus den verschiedenen Deformationen am lateralen Gelenke folgen. In sehr vorgeschrittenen Fällen bietet der laterale Kondyl im frontalen Durchschnitte eine viel stärkere Krümmung, so dass dieser Durchschnitt einem Kreisbogen von kleinerem Radius, aber einem grösseren Centriwinkel entspricht, als der Durchschnitt des normalen Kondyls.

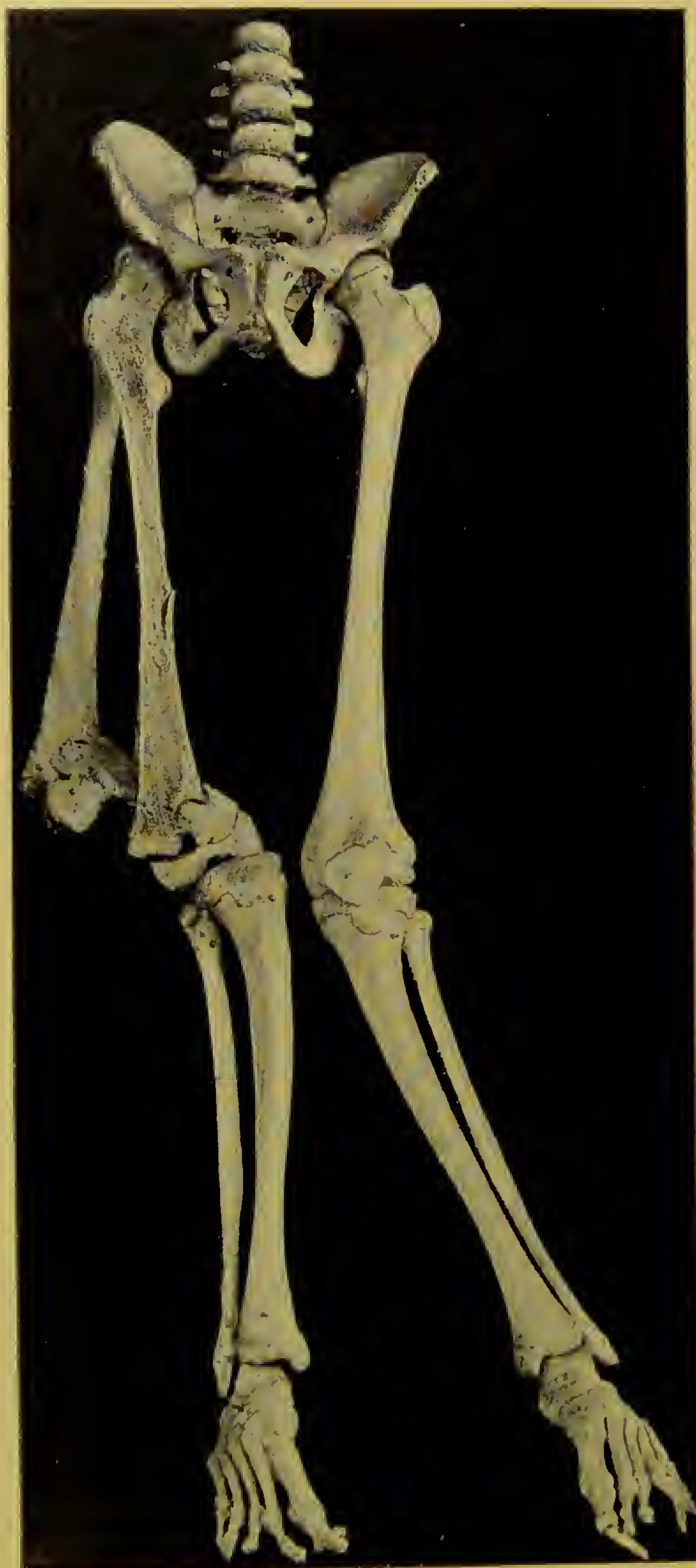
Nimmt man hinzu, dass in hochgradigen Fällen die zugehörige Pfanne der Tibia eine wesentlich andere Gestalt gewonnen hat — ein einfacher Vergleich mag diese Gestaltsänderung dahin charakterisiren, dass in diese Pfanne eine Kugelkappe hineingelegt werden könnte — so muss man zugeben, dass die laterale Hälfte des Kniegelenkes beim Genu valgum toto coelo verschieden ist von jenem Gebilde, das ein normales Kniegelenk bietet. Der später mitzutheilende Weichtheilsbefund wird erweisen, dass auch der Meniscus eine wesentliche Veränderung bietet. Wie das Alles aus dem etwas schrägeren Aufgesetztsein der Diaphyse auf die Epiphyse zu folgern wäre, das ist wohl nicht einzusehen, und es wäre viel eher wahrscheinlich, dass hier — im Gelenke — die ersten Veränderungen eher Platz greifen.

Betrachtet man das Femur an seinem oberen Ende, so fällt an einer Reihe von Präparaten die Steilheit und öfters auch die kürzere Entwicklung des Schenkelhalses auf. Diese Veränderung hat schon andere Autoren interessirt, und ich habe in meiner Arbeit über Coxa vara und Coxa valga einige Abbildungen mitgetheilt, welche ich auch hier anfüge (Fig. 4, 5, 6). Man sieht aber auch (Fig. 7), dass der Schenkelhals normal geneigt sein kann, ja. Fig. 9 zeigt einen Fall, wo der Schenkelhals sogar wagrechter stehen kann; bei diesem Falle ist die Fovea capitis unterhalb der Mitte der Halshöhe gelegen und wie die Seitenansicht zeigt, ist auch der höchste Punkt der Trochanters nicht in der Höhe des Kopfmittelpunktes sondern in des Höhe des obersten Punktes des Kopfes. Mit Genu valgum

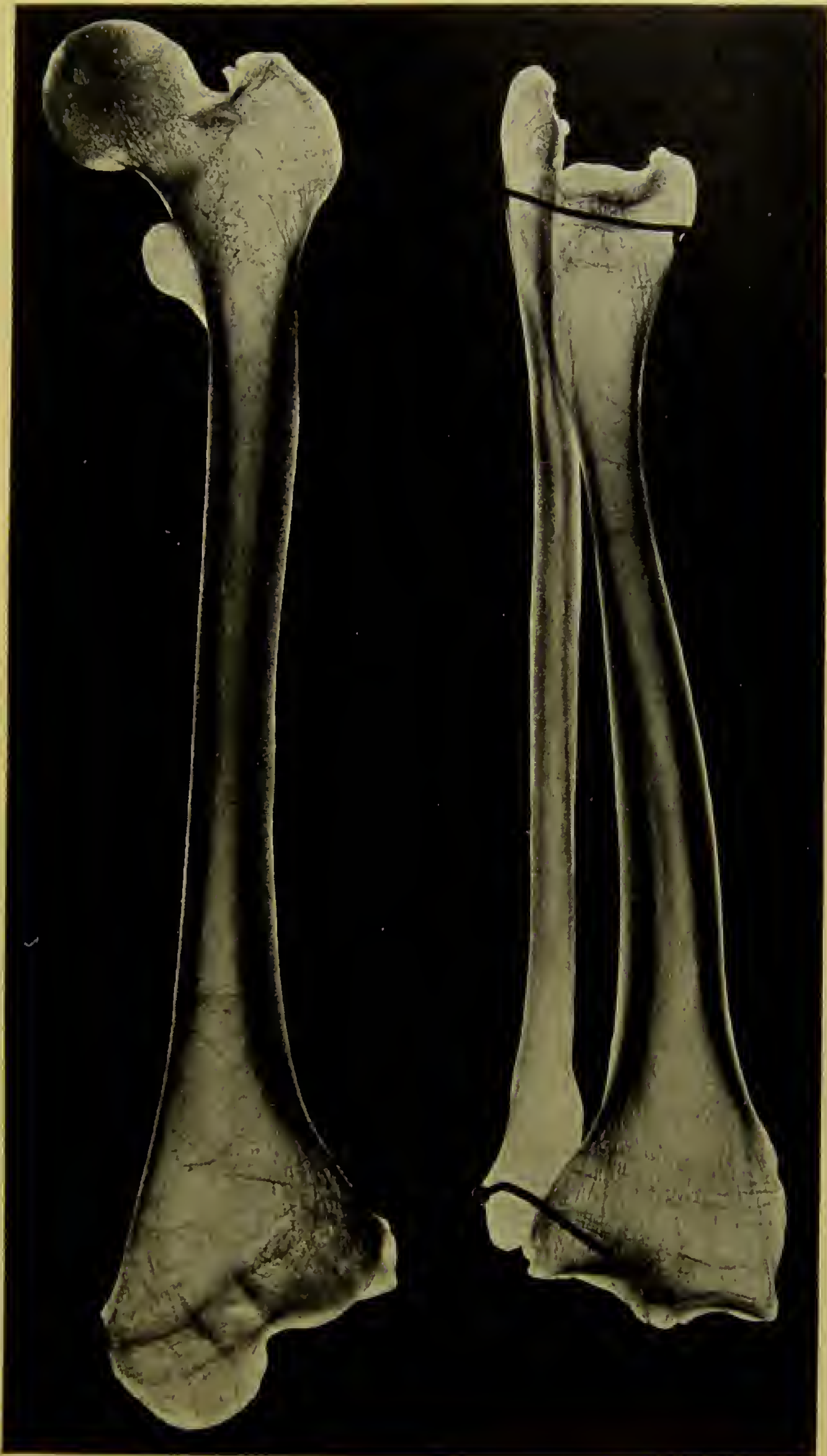
kann sich also eine (anatomische) Coxa valga, aber auch eine Coxa vara, respective Collum valgum oder varum combiniren. Auf den Tafeln 4, 5, 6 sieht man auch, dass der Aequator des Femurkopfes nicht in einer zur Crista intertrochanterica nahezu parallelen Richtung verläuft, sondern wagrechter; seine Lage zur Axe des Halses ist aber nicht ersichtlich geändert: der wagrechtere Verlauf desselben ist also die Folge der steileren Richtung des Schenkelhalses. Ueber diesen Punkt wird weiter unten noch gesprochen werden. Das obere Ende der Femurdiaphyse wurde von einzelnen Autoren als „atrophisch" bezeichnet. Wenn man berücksichtigt, dass die untere Hälfte der Femurdiaphyse an jüngeren Individuen, an welchen das Genu valgum auftritt, relativ breiter ist als an älteren, so kann dieses Moment den Eindruck der Dünnheit an der oberen Hälfte wohl erhöhen; aber im Verhältnisse zu der Länge des Femurs ist der obere Theil der Diaphyse wohl als schlanker zu bezeichnen.

Von Interesse ist die Torsion der Diaphyse. Der Winkel, den die Schenkelhalsaxe mit der queren Knieaxe (der Epikondylenlinie) einschliesst, ist bei Genu valgum oft ein anderer. Legt man ein normales Femur der Länge nach mit der Rückseite auf den Tisch, so liegen die hinteren Flächen der Kondylen und der hintere Theil des Trochanters auf; das Caput femoris ist in der Luft, der Schenkelhals steigt schief aus der Tischebene heraus. Legt man das Femur eines mit Genu valgum Behafteten auf den Tisch, so kann auch der Kopf auf dem Tisch aufruhen, oder er ist knapp an der Tischplatte in der Luft, denn der Schenkelhals liegt fast parallel zur Tischplatte. Diese Probe ist allerdings nur eine vorläufig orientirende, und weist darauf hin, dass der Winkel, unter welchem sich de norma Schenkelhalsaxe und quere Knieaxe verschränken, beim Genu valgum ganz oder nahezu verschwunden sein kann. Um Genaueres zu erfahren, wurde folgende Aufnahme gemacht: Ein horizontal eingestelltes (also in der Luft gleichsam liegendes) Femur wurde in der Camera obscura betrachtet, zuerst so, dass die untere Epiphyse ihr deutliches Bild warf und diese wurde auf einem Copirpapier abgezeichnet; dann wurde das Femur mittelst eigener Vorrichtung so um 180° gedreht, dass es, immer in der Luft liegend, das obere Ende erblicken liess und nun wurde dieses im Contour abgezeichnet; es zeigte sich, dass die Projection des Schenkelhalses und die der unteren Epiphyse fast gar keine Verschränkung zeigen. (Fig. 8.) Das, was Mikulicz Torsion nannte, ist bei Genu valgum also reducirt. Wenn die quere Knieaxe eines normalen Beines frontal eingestellt ist, so läuft die Schenkelhalsaxe von lateralwärts hinten nach medialwärts vorne; die Axen des linken und des rechten Schenkelhalses würden sich,

Taf. 6.



Taf. 7.



entsprechend verlängert, vorne schneiden. Beim Genu valgum aber liegt die Axe des Schenkelhalses und die quere Knieaxe nahezu in derselben Ebene. Dies könnte geschehen, wenn die Axe des Schenkelhalses retorquirt würde; d. h. wenn bei frontaler Einstellung der queren Knieaxen die Schenkelhälse etwas nach hinten gerichtet würden und sich somit nicht mehr schneiden würden; oder umgekehrt, wenn bei frontaler Einstellung der Schenkelhälse die queren Knieaxen im Sinne einer Supinationsdrehung sich in die Frontalebene einstellen würden; das heisst mit anderen Worten: wenn der untere Theil der Femurdiaphyse gegen den oberen im Sinne einer Supinationsbewegung des ersteren torquirt ist, können Schenkelhalsaxe und quere Knieaxe in dieselbe Ebene fallen. Eine solche Torsion der Diaphyse findet statt.

Dass eine solche mit Aenderungen der Form des Querschnittes der Diaphyse einhergehen dürfte, ist im Voraus wahrscheinlich. Henle gibt in seiner Anatomie die Abbildung des Querschnittes des normalen Femurs an drei Stellen an, unterhalb des Trochanter minor (x), in der Mitte der Diaphyse (y) und am unteren Ende der Diaphyse (z). Macht man sich einen Gypsabdruck des Femurs bei Genu valgum, so kann man das Gypsmodell zersägen, ohne dem Präparate wehe zu thun. Man erhält auf diese Weise die wünschenswerthen Querschnittbilder. Bei diesen ist der dem unteren Ende der Diaphyse entsprechende wohl der interessanteste.

Fig. 8.



Henle beschreibt den normalen Zustand mit folgenden Worten: „Das untere Ende des Femurs hat eine vierseitig-prismatische Form, im sagittalen Durchmesser comprimirt, die vordere und die hintere Fläche einander beinahe parallel — die vordere tritt mit dem lateralen Rande etwas weiter vor — die seitlichen Flächen rückwärts divergirend und insbesondere die mediale Fläche schräg vorwärts gewendet.“

Betrachtet man Fig. 10, so sieht man in der obersten Reihe analog, an den Stellen x, y, z angelegte, Querschnitte eines normalen Femur. In der zweiten Reihe sieht man die Querschnitte des Femurs eines Falles von Genu valgum, bei welchem die Stellung der queren Knieaxe zur Axe des Schenkelhalses nicht verändert ist: man sieht aber eine Gestalts-

Taf. 9.



veränderung des unteren Femurendes. Der Querschnitt entspricht nicht der Norm; die Epiphyse ist nach der medialen Seite hin in die Breite gezogen (quer ausgewachsen), aber auf dieser Strecke im sagittalen Durchmesser verjüngt. Man sehe sich den Querschnitt der unteren Epiphyse noch in der dritten Reihe an und abstrahire zunächst von ihrer Stellung. Man sieht dieses quere Auswachsen und die sagittale Dünnheit an dieser Stelle noch viel ausgeprägter. Ein ähnliches Verhalten ist aber auch an der oberen Epiphyse der entsprechenden Tibia zu sehen. Wenn man Fig. 4 und 7 ansieht, so bemerkt man die Andeutung sogar in der frontalen Ansicht.

Man halte dieses auf der medialen Seite ersichtliche quere Auswachsen der im Knie articulirenden Gelenksenden entgegen den geschilderten Veränderungen an der lateralen Seite!

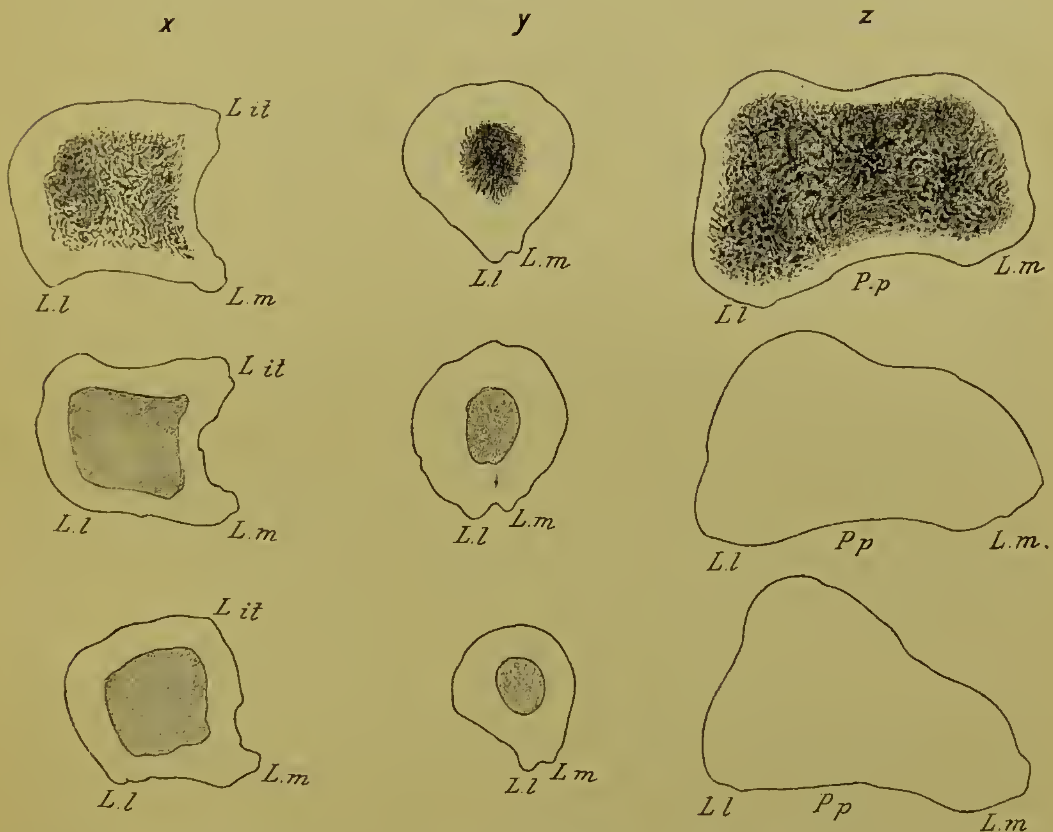
Der Weichtheilsbefund an der Leiche eines mit Genu valgum Behafteten zeigte aber auch wesentliche Veränderungen am Meniscus lateralis. Während sonst die Fasern dieses Meniscus fast kreisförmig zusammenlaufen und nur durch die Eminentia intercondyloidea unterbrochen werden (gleichsam gehindert werden, den Kreis zu schliessen), zeigte sich der Meniscus lateralis zu einem *C* umgewandelt, zu einem blossen Halbring, dessen näheres Verhalten in dem Befunde angegeben ist. Die laterale Hälfte des Kniegelenkes zeigt also wesentliche Veränderungen aller Constituentien, die darauf hinweisen, dass hier mächtige Drucksteigerungen ebenso stattfinden, wie Erweiterungen des Contactgebietes der knöchernen Gebilde.

Schon auf diesem Punkte der Betrachtung drängt sich der Gedanke auf, ob denn jenes von Mikulicz angenommene und auf rhachitische Verhältnisse bezogene stärkere Wachsthum der Diaphyse auf ihrer medialen Seite, durch welches das Schiefstehen der Diaphyse bedingt werden soll, nicht wenigstens zum Theile durch stärkeren Zug zu erklären, somit als Dehnungserscheinung aufzuweisen sei. Darüber herrscht wohl kein Zweifel, dass an der lateralen Seite des Gelenkes die Theile zusammengepresst werden, an der medialen aber einem grossen Zug ausgesetzt werden. Die von oben her wirkende Last des Körpers sucht das Bein im Kniegelenke immer mehr im Sinne der Valgitas zu knicken, den Winkel zwischen Femur und Tibia also zu verkleinern; es gelingt ihr ja auch. Das setzt aber Zugwirkung an der Convexitätsseite voraus, also an den medialen Gebilden; die Kraft sucht die medialen Gebilde convexer zu biegen. Diesem Zuge setzt sich vor Allem der Bandapparat entgegen.

In erster Linie ist es das Ligamentum laterale mediale, von dem Mikulicz bemerkt, das es bei Genu valgum verstärkt vorgefunden wird.

Unser Weichtheilsbefund verzeichnet eine auffallende Verstärkung dieses Bandes nicht. In zweiter Linie ist es das Ligamentum cruciatum posterius, welches, seinen Ursprung aus der Fossa intercondyloidea post. der Tibia nehmend und immer an Breite gewinnend, sich an die untere Partie der vorderen und medialen Wand der Fovea intercondyloidea des Femurs ansetzt. Dieses Band ist das zweite, welches den Condylus medialis an die Tibia festhält. Die Kraft, die also das Bein an der medialen Seite

Fig. 10.



Lm = Labium mediale, *Ll* = Labium laterale der Linea aspera; *Lit* = unterster Punkt der Linea intratrochenterica; *Pp* = Planum popliteum.

convexer zu gestalten, die Valgitas zu vermehren bestrebt ist, wird am medialen Bande sicher, vielleicht an beiden Bändern einen Widerstand finden und kann die Knochen dehnen. Bei den Rissfracturen sehen wir, dass Gewalten den Knochen auch zerreissen können, wenn Bänder der Gewalt widerstehen. Das Schiefaufgesetztsein der Diaphyse auf die Epiphyse kann also — vorläufig — auch als Dehnungserscheinung aufgefasst werden. Während Mikulicz die Veränderungen im Gelenke als nur secundäre auffasste, führt unsere Erwägung zu einem anderen Zusammen-

hange der Erscheinungen: der Druck an der lateralen Seite des Gelenkes vermindert die Höhendimensionen, der Zug an der medialen Seite vermehrt sie; dies hat zur Folge, dass die Diaphysen schief gestellt werden zu den Epiphysen.

Bevor wir aber diese Annahme näher prüfen, müssen wir noch die anderen pathologisch-anatomischen Erscheinungen eines mit Genu valgum behafteten Beines anführen, insbesondere noch zu den Querschnitten in Fig. 10 zurückkehren und an ihnen die Frage der Torsion erwägen. Es wurde gesagt, dass das Verschwinden der Kreuzung der Schenkelhalsaxe und der queren Knieaxe auf einer Torsion des unteren Femurendes im Sinne einer Supination (des letzteren gegen das obere Ende) beruhen dürfte. Sieht man aber in der dritten Reihe den Querschnitt des unteren Femurendes an, so erscheint er pronirt. Also ein Räthsel! Dieses löst sich aber bald auf, wenn man in dieser dritten Reihe den Querschnitt der Diaphysenmitte anblickt. Die verlangte Torsion ist im verlangten Sinne da, aber sie beginnt schon hoch oben, ja selbst der Querschnitt des oberen Femurendes an der Stelle x deutet dieselbe an. Die Veränderungen reichen also weit ab vom Gelenke hinauf und das Thema erscheint daher verwickelter.

An der Tibia sind sehr grobe Veränderungen zu beobachten. Zunächst sieht man eine bedeutende Zunahme der S-förmigen Krümmung ihrer Axe, indem der obere Theil der Diaphyse eine medialwärts gerichtete und der untere Theil eine lateralwärts gerichtete Convexität bietet. Auf den Tafeln 4 und 6 sieht man nur die erstere auffällig; aber das Bild 7 zeigt die untere sogar stärker entwickelt und dabei das interessante Factum, dass die Fibula daran nicht participirt. (Nebstbei sieht man bei diesem Falle eine Querschnittsänderung an der Tibia, die der Querschnittsänderung des unteren Theiles der Femurdiaphyse in Fig. 10 ganz ähnlich ist.)

Neben der S-förmigen Deviation der Axe der Tibia bemerkt man auch eine ganz bedeutende Torsion. Prüft man diese mittels der Camera obscura so, wie dies oben am Femur geschah, so findet man eine viel grössere Verschränkung der Knieaxe und der Knöchelaxe, als es am normalen Beine der Fall ist. Die Knöchelaxe steht so, als ob sie gegen die Knieaxe abermals im Sinne einer Supination sich gedreht hätte, d. h. ihr mediales Ende ist weiter vor die Frontalebene getreten.

Es gibt nun Genua valga, bei denen die Veränderungen am Femur und jene an der Tibia gleichmässig vorhanden sind; daneben gibt es aber auch Fälle, wo das Femur entschieden weniger betheiligt ist und die Tibia an der Gesammterscheinung Schuld trägt.

Dies wären die hauptsächlichsten Veränderungen, die man am Skelette sieht. Es gibt noch eine ganze Menge kleinerer Details, die dermalen nicht in näheren Betracht kommen können.

Nun gebe ich noch einen Weichtheilsbefund, den Herr Professor Zuckerkandl mit mir aufzunehmen die Güte hatte.

An der Leiche eines 63jährigen Mannes, der mit Genua valga und compensatorischen Pedes vari behaftet war, fand sich Folgendes:

Bei jener Stellung des Femurs, in welcher die quere Knieaxe in der frontalen Ebene lag und mit der queren Knieaxe der anderen Seite in eine einzige Gerade zusammenfiel, zeigte sich bei in Streckstellung auf dem Tische ruhenden Theilen (Becken und Beine) der überknorpelte Theil des Femurkopfes in die Pfanne so aufgenommen, dass der vordere Theil des Limbus mit der Knorpelgrenze des Kopfes zusammenfiel. An der Kapsel, am Ligamentum teres, an der Muskulatur nichts Abnormes.

Von den am Oberschenkel liegenden Muskeln zeigte sich nur der M. rectus femoris oben mächtig, unten gracil. Die unteren Enden des Sartorius und Gracilis nach hinten verschoben; vor ihnen der Condylus medialis fem. medialwärts vorspringend. Der dem Vastus medialis angehörige Antheil der Quadricepssehne sehr kräftig und durch längsverlaufende, leistenförmig vorspringende Sehnenbündel ausgezeichnet. Die Sehne des Semimembranosus unmittelbar unterhalb der Knorpelgrenze des Condylus medialis tibiae inserirend und sich in längerer Bogenausdehnung um die Tibia windend. Der Biceps lateral wie die Sehne eines Bogens vorspringend.

Am Unterschenkel die tiefe Wadenmuskulatur über den medialen Tibiarand leistenförmig vorspringend; der M. flexor hallucis longus in seinem untersten Theil mehr an die Oberfläche heraustretend.

Die Achillessehne erscheint ausnehmend weit lateralwärts verschoben, so dass die Retromalleolargegend medial in ihrer ganzen Breite unter die Haut zu liegen kommt. Die hintere Fläche der Achillessehne selbst liegt nicht frontal, sondern schräg von hinten lateralwärts, nach vorne medialwärts; dabei zieht der laterale Rand senkrecht zum Calcaneum herab, während der mediale Rand deutliche Concavität zeigt und sich entspannt zeigt, während der erstere angespannt wird.

Die Fussstücke der Sehnen der Peronaei verlängert. Die Bandportion des Tibial. posterior von ausnehmender Stärke, begibt sich zum III. und IV. Metatarsus, sowie zum lateralen Keilbein; ein Theil des hinteren Randes zieht in der Peronaeus-Rinne zur Tuberositas des V. Metatarsus, und vom vorderen Rande ein Bündel zum mittleren Keilbein.

Der Flexor digitorum comm. long. et brevis normal, dagegen der Abductor hall., der Flexor brevis hall., der Adductor hall. mit seinen beiden Köpfen, ferner der Abductor und Flexor digiti minimi, der Opponens digiti minimi und desgleichen sämmtliche Musculi interossei in ihren Körpern wesentlich verdünnt, keine Fleischfarbe zeigend, sondern gelblich, gelblichweiss, hochgradig verfettet; daher die Eminentia plantaris medialis wenig ausgeprägt.

Im Kniegelenke selbst folgende auffällige Veränderungen:

Die Pfanne für die Oberschenkelkondylen erweitert. Beide Menisken, deren hintere Ansätze normal erscheinen, gehen vorne in das Ligamentum transversum genus über, so dass ihre vorderen Ansätze zu fehlen scheinen. In der Tiefe unterhalb des Ligamentum transversum sind, deutlicher am medialen Meniscus, die Reste dieser Ansätze erkenntlich. Vom lateralen Meniscus ist nur das hintere Drittel als solches zu erkennen;

die vorderen zwei Drittel bilden nur ein weiches, faseriger Gewebe, welches in das Ligamentum transversum übergeht und mit einer ähnlich beschaffenen dünnen Portion sich an der Tibia inserirt. Die Menisken und das quere Band bilden einen ausgeweiteten Ring, auf welchen die Kondylen des Femurs aufliegen; das *C*, welches der Meniscus medialis sonst bildet, ist hier viel weniger gekrümmt, und die sonst kreisförmige Gestalt des Meniscus lateralis ist, da die beiden Ansätze desselben nicht nebeneinander liegen, sondern um den ganzen Sagittaldurchmesser des Tibiakondyls auseinander getreten sind, vollkommen aufgehoben.

Anschliessend an das Vorangeschickte — und besonders an den mitgetheilten Sectionsbefund — möchte ich hervorheben, dass wir auch bei der klinischen Untersuchung manches Detail beobachten können, das bisnun zur Sprache kam. Wenn ich einen mit Genua valga Behafteten auf den Tisch niederlege, so pflege ich unwillkürlich die Beine desselben in der Hüfte zu proniren, weil ich den Eindruck habe, dass er sie supinirt (auswärts rollt). So geht es, wie ich erfragt habe, auch anderen Collegen. Ist das aber richtig? Es ist möglich, dass bei einer Reihe von Fällen eine Supination in der Hüfte gar nicht vorliegt, sondern dass die Extorsion des unteren Femurendes diesen Eindruck hervorbringt. Weiters war an der Leiche die tiefe Furche auffallend, die medialwärts von der Streckergruppe verlief; wahrscheinlich ist sie dadurch hervorgebracht, dass der mediale Kondyl, durch die Verschiebung der unteren Enden des Sartorius und des Gracilis nach hinten, aus den Muskelgruppen deutlicher hervorschaut. Auffallend ist auch die Zunahme des Sagittaldurchmessers des distalen Endes des Unterschenkels. Sie ist dadurch bedingt, dass der M. ext. hallucis über den Rand der Tibia mehr nach vorne hervorragt, wie auch durch den grösseren Abstand der Insertion der Achillessehne. Diese letztere selbst zeigt auch am Lebenden die mehr diagonale Stellung ihres frontalen Durchschnittes, und ihr im Sectionsbefunde hervorgehobenes Verhalten — Concavität des medialen Randes — regt den Gedanken an, die Function des Gastrocnemius dahin zu prüfen, ob sie in der von Boegle hervorgehobenen Weise stattfinde oder nicht.

Eine besondere Erörterung verdient eine gewisse Gruppe von Genua valga.

Es wurde schon oben hervorgehoben, dass der Schenkelhals bei Genu valgum normal sein kann, dass er aber häufig eine steilere Richtung besitze, also ein Collum valgum repräsentire. Drei Beispiele dieser Art gebe ich hier wieder. Insbesondere in Fig. 4 u. 6 sieht man das Becken-Bein-Präparat von Individuen, welche zu jener bekannten, von Mikulicz treffend geschilderten Gruppe von Patienten gehören, denen man das Genu valgum sozusagen am ganzen Körper ansieht. Es sind das die hochgewachsenen, schlank gebauten und ungelenken Jünglinge, denen bei kurzem Stehen die Beine und Hände blau anlaufen und die in ihrem ganzen Typus noch näher zu studiren sein werden; ein Theil derselben liefert das Contingent zur Coxa vara adoles-

centium. An den Präparaten des Wiener anatomischen Museums findet sich das Becken klein, eng. (Kolisko bestätigte meine Wahrnehmung.) Es fällt geradezu das Missverhältniss zwischen der Kleinheit des Beckens und der Länge der Beine auf. Diese Individuen sind es vor Allem, an denen sich nebst Genu valgum auch ein Collum valgum vorfindet.

Beim Anblick des Beines fällt es auf, dass der Aequator des Kopfes wagrechter steht. Es könnte daher die Vermuthung entstehen, dass diese Individuen, um ihre Beine nicht kreuzen zu müssen, eine gewisse Abductionsstellung der Beine einhalten. Ja, man könnte umgekehrt daran denken — und Neudörfer sprach es aus — dass das Genu valgum am Schenkelhalse beginne, indem die steilere Richtung desselben den Schenkelschaft in die Adductionslage bringe. Kurz, man könnte auf den Weg gerathen, die ganze Erscheinungsreihe von oben her erklären zu wollen. Der Befund hat also seine Wichtigkeit.

Wird nun ein solcher Fall in Bezug auf die Structur der Spongiosa des Halses untersucht, so bemerkt man, dass das bekannte System der Trajectorien an der Basis des Schenkelhalses vollkommen verwischt, ja eigentlich verschwunden ist. Die lateralen Züge, die sich mit den medialen spitzbogenförmig kreuzen, und dann unterhalb des oberen Halsrandes laufen, um sich vor der Kopfbasis nochmals zu kreuzen, sind regellos aufgelöst und die medialen Züge ordnen sich zu Büscheln, die fast senkrecht aufsteigen, um zum Theile den Mittelpunkt des Femurkopfes zu passiren. Inwiefern dieser Befund der Krahntheorie abträglich ist, überlasse ich Andern zu erörtern. Ich ziehe aus dem Verhalten der Balkensysteme nur den Schluss, dass die steilere Aufrichtung des Schenkelhalses, die sich an dem steileren Verlaufe seiner Hauptfasern erkennen lässt, und die wagrechte Stellung des Kopfäquators unmittelbar zusammenhängen. Würde man — um ein gröberes Beispiel anzuführen — vom Schenkelhalse einen Keil herausnehmen, dessen Basis im oberen Rande des Schenkelhalses läge, und dann den Schenkelhals mit dem Trochanter zusammenfügen, so würde jener steiler verlaufen und der Kopfäquator eo ipso wagrechter zu liegen kommen, so dass er den Parallelismus mit der Crista trochanterica aufgegeben hätte.

Die wagrechte Lage des Kopfäquators erscheint daher als einfache und selbstverständliche Folge der Aufrichtung des Schenkelhalses. Eine umgekehrte Annahme ist darum nicht möglich, weil eine primäre Wagrechtstellung des Kopfäquators eine solche Abductionsstellung des Femurs bedingen würde, die bei der Entstehung des Genu valgum undenkbar ist. Die Veränderungen beginnen im Knie, die physiologische Valgitas wird zur pathologischen, die Femora gelangen in Adductionsstellung und damit der Schenkelhals in eine steilere Stellung und hiemit der Kopfäquator in eine wagrechtere.

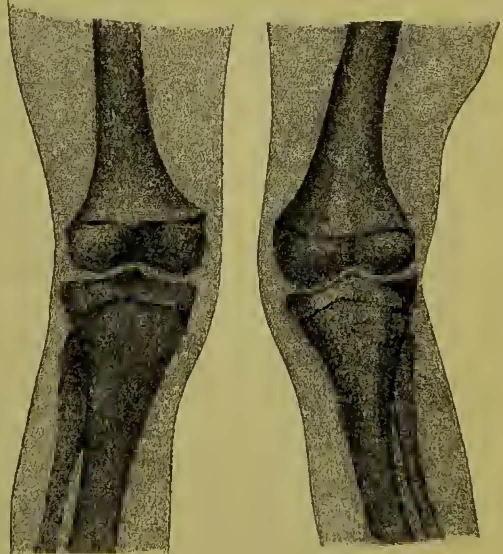
Nun gebe ich Folgendes zu bedenken. Denkt man sich die quere Beckenaxe, den Neigungswinkel des Schenkelhalses und die Femora als gegebene Grössen, so kann folgender Fall eintreten. Die Beckenaxe bleibt, der Neigungswinkel des Schenkelhalses auch, aber die Femora wachsen über das gegebene Verhältniss in die Länge. Ein derartiges Individuum muss entweder die Femora kreuzen oder eine Abductionsbewegung machen, um diese Kreuzung zu vermeiden. Noch mehr wird das Missverhältniss sich geltend machen, wenn die quere Beckenaxe gegen die Norm verkürzt, die Beine gegen die Norm verlängert werden. Beim Stehen wird also das Individuum vielleicht die Beine abduciren, vielleicht aber auch kreuzen, je nach Umständen. Kreuzt es die Beine, so steht der Schenkelhals steiler. Wenn es geht, so wird es, um die Kreuzung der Beine zu verhüten, die Beine auswärts rollen. Angenommen nun, das Individuum habe durch Ueberlastung den lateralen Kondyl des Femur kürzer, so wird die Adductionsstellung der Beine und somit ihre Kreuzung nur noch stärker, der Schenkelhals aber steiler.

Beim Stehen wird also die Körperlast, die auf den Schenkelhals übertragen wird, diesen unter einen viel spitzeren Winkel treffen als de norma. Beim Gehen wird das Individuum wegen seiner Beinlänge eine Auswärtsrollung der Beine vornehmen, also mit stärker divergenten Fussspitzen einherschreiten. Da aber wegen des Niedrigerseins des lateralen Kondyls und der tieferen Aushöhlung der Tibiapfanne der Oberschenkel und der Unterschenkel unbedingt einen kleinen Winkel einschliessen müssen, so wird sich diese Valgitas auch am auswärts gerollten Beine behaupten, d. h. der Valgitätswinkel, der beim Stehen von vorne, also auf der frontalen Projection imponirt, wird beim auswärts gerollten Beine von der Seite her, auf der sagittalen Projection, zu erblicken sein (eigentlich in einer diagonalen Ebene liegen), aber er wird auch beim Gehen da sein, und somit der Schenkelhals auch beim Gehen eine steilere Stellung einnehmen. Er wird also langsam steiler umgebaut, und sein Verhalten wäre auf diesem Wege begreiflich.

IV. Aktinographische Aufnahmen.

Die Aktinographie am lebenden Menschen setzt uns in den Stand, jene alte Frage zu entscheiden, welche dahin lautet: Wie steht die Kniebasis im lebenden Menschen? Eine Reihe von Aufnahmen, die der Assistent des Herrn Regierungs-Rathes Lorenz, Herr Dr. Rainer, auf meine Bitte aufgenommen, zeigte, dass es Kniee gibt, bei denen die quere Knieaxe während des Stehens eine vollkommen horizontale Lage einhält, wenn Knieschluss eingehalten wird, und dass es daneben Kniee gibt, wo bei dieser Lage die Kniebasis mit dem lateralen Ende eine Spur nach abwärts gesenkt ist. Demnach wäre es ohneweiters einzusehen, dass bei der letzteren Form des Knies ein horizontaler Stand der Kniebasis eintreten wird, wenn die mechanischen Schenkelaxen weniger convergiren, wenn also ein gewisser Abductionsgrad des Femurs eintritt. So erledigt sich die von Langer, Hyrtl, Luschka, Mikulicz besprochene und verschiedenartig beantwortete Frage.

Fig. 11.



In zweiter Linie wurden Aufnahmen bei Genu valgum und bei Genu varum gemacht. Die beistehenden Figuren bedürfen wohl keiner ausführlichen Erläuterung. Im Allgemeinen sei nur bemerkt, dass die früher besprochenen Verbiegungen der Diaphysen offenbar einen starken Einfluss auf die Haltung des Beines und hiemit auch auf die Lage der Kniebasis haben müssen.

Vom Genu valgum gebe ich hier drei Ansichten.

Fig. 11 zeigt das Genu valgum eines 16jährigen Steindruckers. Die Kniebasislinien verlaufen so, dass ihr laterales Ende um Einiges über den Horizont erhöht ist. Und dieser Verlauf kann als der typische bezeichnet werden.

Fig. 12 zeigt das einseitige hochgradige Genu valgum einer im dritten Lebensdecennium stehenden Wöchnerin. Hier ist die typische Lage der Kniebasislinie sehr stark ausgeprägt und das Bild gegenüber der gesunden Seite besonders auffallend.

Fig. 12.





Fig. 13.





Fig. 13 ist insofern sehr belehrend, als die linksseitige Kniebasis mit ihrem lateralen Ende unter den Horizont gesenkt ist. Aber das aktinographische Bild liess eine alte Fractur des unteren Femurendes entdecken. Die Lage des unteren Fragmentes hätte die Disposition zu einem Varum gesetzt. Aber der Besitzer — ein 20jähriger Bäckergeselle — erwarb durch seine Beschäftigung dennoch ein Genu valgum. Man beachte die Höhenabnahme des lateralen Theiles der Tibiaepiphyse und die starke Krümmung der Tibiadiaphyse. Das Bild ist gewiss sehr belehrend! Der Kranke gab an, stets mit stark abducirten Beinen gearbeitet zu haben.

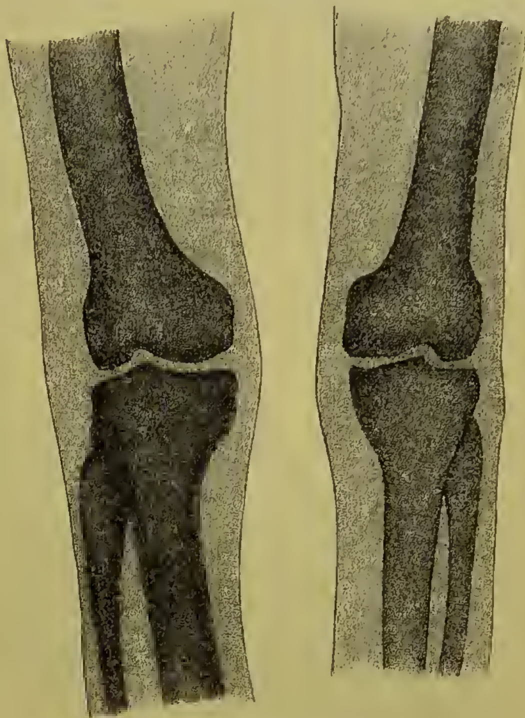
Fig. 14 gibt das Varum eines 33jährigen Mannes; die Kniebasislinie zeigt (besonders rechts) eine geringe Neigung unter den Horizont mit ihrem lateralen Ende.

Fig. 15 zeigt das Genu varum eines 48jähr. Mannes. Die Kniebasislinien stehen horizontal; aber man sieht, dass die Verkrümmung augenscheinlich in den Diaphysen ihren hauptsächlichen Sitz hat.

Ausserordentlich schöne und belehrende Bilder erhielt ich von Knochenpräparaten. Herr Dr. Rainer nahm unverletzte Femora und

Tibiae auf, aber auch solche, bei denen frontale oder sagittale Durchsägung vorgenommen worden war. Einige solche Bilder liegen hier bei (Fig. 7), und der Vergleich mit den von Wolff vor einigen Jahren veröffentlichten Photographien von Sägeschnitten zeigt, wie unsere Bilder sowohl im Materiale als auch in der durch die Benützung der Röntgenstrahlen geförderten Methode zu den Wolff'schen sich verhalten.

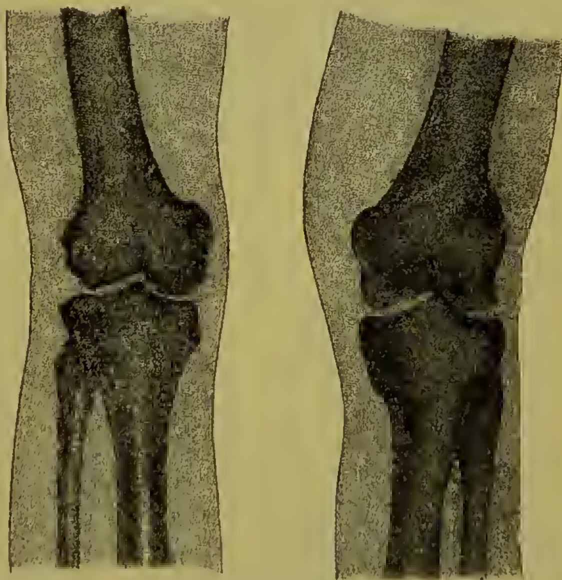
Fig. 14.



Von näherem Interesse sind zunächst die Structurverhältnisse am unteren Ende des Femurs.

Wenn man das normale Femur frontal durchsägt, so zeigt sich, dass die Spongiosa seines unteren Endes durch den parallelen und senkrechten Verlauf ihrer Balken ausgezeichnet ist. Die Balken laufen vielfach gleichsam über die Epiphysenlinie in die Epiphyse selbst und setzen sich in den Kondylen fort, und laufen bis unter die Corticalis der überknorpelten Fläche in einer Weise, die unten näher besprochen werden wird. Die der Markhöhle nahen Balken sind die längsten. Je weiter lateralwärts ein Längsbalken liegt, von einem desto tiefer gelegenen Punkte der Corticalis der Diaphyse zweigt er ab, desto kürzer ist er also. Neben diesen fallen mitunter jene queren auf, welche Zschokke und v. Recklinghausen näher erwähnt haben. „Nachweislich sind sie," sagt v. Recklinghausen (Deutsche med. Wochenschr., 1893), „in ihrer ersten Anlage die stehengebliebenen Scheiben soliden Knochengewebes, welche von den den Knochen durchquerenden Epiphysenknorpeln her als jüngste Knochenformationen gebildet werden."

Fig. 15.





Photographie von einem Subvalgum.

In Fig. 16 sieht man (trotz leichtem Subvalgum) die parallelen Längenzüge; in Fig. 7 (Aktinogramm) sieht man die horizontalen Querwände.

Man glaube aber nicht, dass die allgemein bekannten parallelen und verticalen Linien, die man am frontalen Sägeschnitte des unteren Femurendes sieht, den optischen Ausdruck s a g i t t a l gestellter Knochenlamellen bedeuten. Diese Linien stellen nur den Durchschnitt g e k r ü m m t e r Lamellen vor, etwa so wie die Mantelfläche eines vor mir aufrecht stehenden Cylinders im Frontaldurchschnitt zwei parallele Senkrechte gibt. Die Lamellen und Zugsysteme sind gekrümmt und verlaufen im Ganzen der Oberfläche des Schaftes parallel, wie man sich sofort überzeugen kann, wenn man den horizontalen Schaftschnitt ansieht. An diesem sieht man auch, wie die der medialen Schaftoberfläche parallelen und die der lateralen Oberfläche parallelen Züge an der hinteren Seite nicht ineinander übergehen, sondern sich hier kreuzen; an der Vorderfläche übergehen sie ineinander a l l m ä l i g e r. Diese Anordnung ist schon höher in der Diaphyse angelegt.

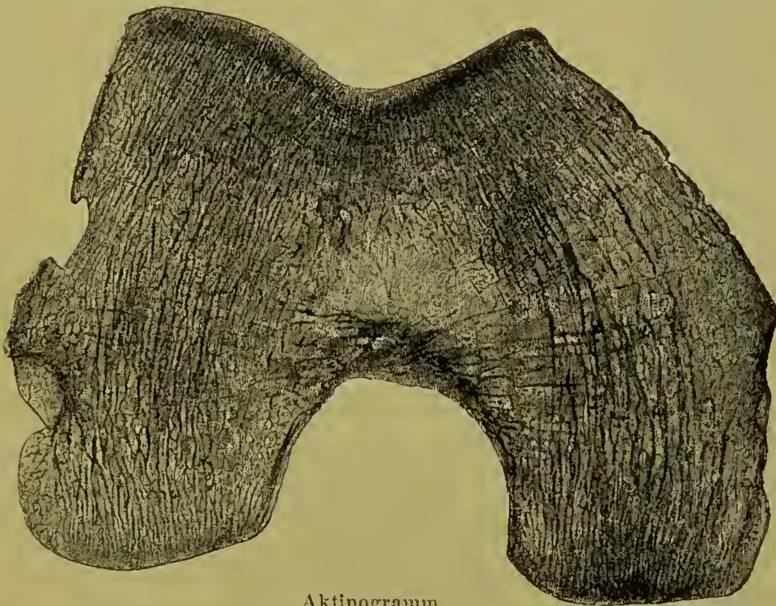
Sägt man das Femur sagittal durch, so bietet der Durchschnitt des unteren Endes ein ganz einfaches Bild; es werden die hintereinander stehenden verticalen Lamellen durchgeschnitten und geben Linien. Von der vorderen und von der hinteren Seite gibt die stetig sich verjüngende Corticalis schiefe Züge ab, die nach abwärts und axialwärts

strebend, sich mit den entgegenkommenden der anderen Seite kreuzen, und so an die Architektur des oberen Femurendes erinnern.

Sägt man das untere Femurende horizontal quer durch, und zwar in einer solchen Höhe über der Kniebasis, dass die Kuppel der Fossa intercondyloidea getroffen wird, so bemerkt man an diesem und an den nächsten nach oben folgenden Querschnitten Folgendes.

Am hintersten Punkte des Querschnittes (Fig. 17) sitzt ein Kern von elfenbeinartiger Knochensubstanz, den wir, analog dem im oberen Theile des Femurs sitzenden Schenkelsporn, den unteren Schenkelsporn nennen dürfen; von diesem strahlen radiär Knochenlamellen aus; nennen

Fig. 17.



Aktinogramm.

wir sie die radialen Spornlamellen. Das Verhalten der Theile erinnert sofort an jenen bekannten Punkt des Calcaneums, wo an der oberen Fläche des Knochens, an der Wurzel des Proc. calc. anter. ein compacter Kern liegt, von dem aus radiär Ausstrahlungen von Spongiosabalken zu sehen sind. Nahezu parallel den Convexitäten, welche die seitlichen Epiphysenoberflächen bieten, zieht medial und lateral ein System von parallelen. bogenförmig gekrümmten Lamellen, nennen wir sie die Contourlamellen. Nahe der Vorderfläche des Querschnittes ziehen eine Strecke hinter der Concavität der Facies patellaris spärliche Balken, die zu dieser fast parallel laufen; nennen wir sie die concaven Bogenbalken. Zwischen diesen schön und deutlich hervortretenden Zügen webt sich das Gewirre der Spongiosa, das gegen das Centrum des Querschnittes hin dünnbalkig, groblückig wird. Betrachtet man die convexen Züge, so sind sie als

Fortsetzung der senkrecht herabziehenden Lamellen der Diaphyse zu erkennen, so dass man sagen kann, ein in der Diaphyse senkrecht herabziehender Zug setzt über die Epiphysenfuge und krümmt sich in dieser seitwärts aus, im lateralen Kondyl nach der lateralen, im medialen nach der medialen Seite. Wegen der stärkeren Ausbiegung des medialen Theiles der Epiphyse biegen die Züge im medialen Kondyl stärker aus. Die von dem unteren Schenkelsporn ausstrahlenden Radiallamellen durchqueren die Contourlamellen beiderseits und ziehen gegen die collateralen Oberflächen der Epiphyse hinauf. Sie nehmen solche Richtungen an, dass sie die Contourlamellen senkrecht treffen. Unmittelbar an die überknorpelten Flächen (der Kondylen und der Facies patellaris) grenzt ein darauf senkrechtes System von dichtgedrängten kurzen Knochensäulchen, wie die Säulen der Knorpelzellen vor der Verknöcherung.

Fig. 18.



Photographie des Falles in Fig. 7.

Nur sind diese dichtgedrängten Knochenbälkchen nicht etwa wie solide Pallisaden nebeneinander aufgestellt und etwa durch eine Zwischensubstanz voneinander getrennt, sondern zwischen je zwei Säulchen ist ein Markraum, der wieder durch Querwände in Etagen abgetheilt ist, so dass hier derselbe Bau vorliegt, wie an den höheren Stellen, aber in feinerer Ausführung; immer Balken, die durch Querwände abgetheilt sind. Roux drückt dies mit den Worten aus, dass die Maschenweite der Spongiosa von der unter dem Gelenkknorpel liegenden compacten Druckaufnahmplatte nach dem Inneren zunimmt.

Untersucht man die Verhältnisse bei einem hochgradigen Genu valgum, so bemerkt man*) (Fig. 7 u. 18), dass die Spongiosa auf der lateralen Seite viel dichter ist, als an der medialen; sie verhält sich also genau so wie die Corticalis, bezüglich welcher schon Wolff die Verhältnisse

*) Des Vergleiches halber gebe ich hier die Photographie desselben zersägten Femurknochens, der in Fig. 7 unzersägt aktinographirt ist.

hervorgehoben. Denselben Eindruck macht die Spongiosa des oberen Endes der Tibia; auch hier zeigt die laterale Seite eine Verdichtung, an manchen Präparaten eine solche, dass ein förmlich sklerosirender Herd sich zu bilden scheint, während an der medialen Seite eine Rarefaction ersichtlich ist; also auch hier ein analoges Verhalten wie bei der Corticalis. Bei näherer Betrachtung findet man, dass dort, wo die Corticalis der lateralen Seite nach unten hin rasch dünner wird, die Spongiosa sich in ganz abnormer Art, wie pinselförmig, in radiär divergirende Züge auflöst; genau so verhält es sich an der lateralen Seite des oberen Endes der Tibia. Am Femur strahlen die Züge nach medialwärts unten, an der Tibia nach medialwärts oben aus. Fasst man nun noch die Faserung der unteren Epiphyse des Femurs ins Auge, so sieht man, dass die einzelnen Züge derselben mit den Zügen des unteren Femurendes Winkel bilden, deren Scheitel medialwärts gerichtet ist, und diese Erscheinung macht wohl den Eindruck der Knickung des Knochens. Dieser Eindruck ist in unserer Fig. 7 sehr überzeugend ersichtlich. Wenn man an solchen Präparaten die Veränderungen studirt hat, versteht man die Befunde an Fällen geringeren Grades, wo die Abweichungen mässiger ausgeprägt sind.

Einen solchen Fall gibt Fig. 19; es ist immerhin ein starkes Valgum, aber doch geringeren Grades als jenes in Fig. 18.

Es zeigt sich also, dass entsprechend der schon äusserlich auffallenden Abknickung der distalen Epiphyse gegenüber der Diaphyse eine ganz gleiche Abknickung der Structurelemente im Inneren des Knochens entspricht. Den Eindruck der Knickung hatte Mikulicz von aussen, und er schildert diesen Eindruck klar. Wenn

Fig. 19.

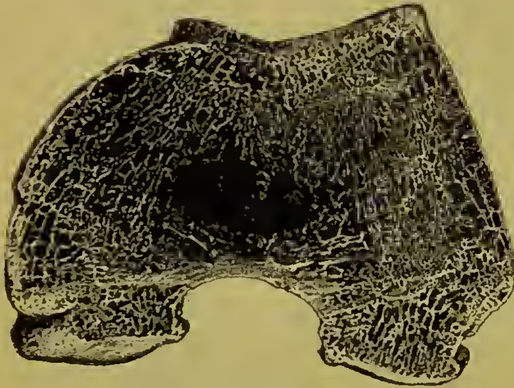


(Photographie.)

er das Innere des Knochens gesehen hätte, wäre er auf dem nach meiner Meinung richtigen Punkte stehen geblieben und hätte die ganze Erscheinung als eine Folge mechanischer Einflüsse erklärt. Er hatte aber der Vorstellung von dem verstärkten Wachsthume an der medialen Seite zu viel nachgegeben und kam sogar zu der Annahme einer Spätrhachitis.

Bei der ersichtlichen Knickung des Knochens muss zweifellos eine Dehnung desselben an der medialen Seite im Spiele sein, und das könnte man als ein Auswachsen in die Länge bezeichnen im Gegensatze zu der Zusammenpressung des Knochens an der (lateralen) Druckseite. Aber das ist durchaus nicht ein verstärktes Wachsthum. Oder soll man die bei Zunahme der Deformität eintretende Atrophie des Knochens an der medialen Seite auch ein verstärktes Wachsthum nennen? Diese Atrophie ist in einzelnen Fällen ganz hochgradig; es entstehen im unteren Femurende und selbst im Bereiche des medialen Kondyls, der sonst eine sehr dichte Structur besitzt, ganze Lacunen, wie es an dem Femur jenes Falles zu sehen ist, dessen Weichtheilbefund oben gegeben ist.

Fig. 20.



(Photographie.)

Von diesem Falle geben wir hier den horizontalen Querschnitt des unteren Femurendes zum Vergleiche mit Fig. 17. Man sieht, wie im Laufe der Jahre die Atrophie hochgradig wird.

Betrachten wir also die enorme Verstärkung der Corticalis an der lateralen Seite der Diaphyse, berücksichtigen wir auch die Verdichtung der Spongiosa im Bereiche des verstärkten Druckes (sowohl am Femur wie an der Tibia), erwägen wir, dass im Bereiche des Gelenkes der Druck bis zur Zerstörung der Theile gedeiht, so dass der Condylus later. fem. kürzer, die Gelenkfläche der Tibia tiefer, der Meniscus zermalmt wird, und stellen wir dem gegenüber die Rarefaction des Gewebes an der medialen Seite — so können wir in dem ganzen Vorgange nichts Anderes erblicken als mechanische Einflüsse; auf der lateralen Seite wirkt vermehrter Druck, auf der medialen vermehrter Zug.

V. Vorbemerkungen zu einer künftigen Theorie des Genu valgum.

Erwägen wir nun, welche Folgen es haben kann, wenn der Condylus lat. sich verkürzt, ohne dass die Bänder eine entsprechende Verkürzung erfahren. Eine solche Bedingung können wir experimentell setzen, indem wir aus dem genannten Kondyl (etwa gleich oberhalb seiner überknorpelten Fläche oder auch in diesen Bereich fallend, aber jedenfalls unterhalb der femoralen Insertion des lateralen Bandes) eine horizontale Scheibe ausmeisseln, ohne die Bänder zu verletzen; den unteren überknorpelten Theil können wir mit dem Femur wieder verklammern, um die Bewegungen wieder glatt ausführen zu können. Wir bemerken sofort, dass schon in der Streckstellung eine Rotation des Unterschenkels um seine Axe (Pronation und Supination) möglich ist, eine Bewegung, die bekanntlich sonst erst bei einem gewissen Grade der Beugung möglich ist. Ein solches Resultat ist im Voraus zu erwarten; schon die Brüder Weber stellten fest, dass in der Streckstellung des Kniegelenkes alle Bänder gespannt sind. Entspannt man die Bänder des lateralen Kondyls, indem man dessen Höhe verkleinert, so kann ersichtlicherweise jene Rotation stattfinden, die sonst nur in der Beugestellung möglich. Schon vor vielen Jahren habe ich bezüglich dieser Rotation einige Messungen vorgenommen.*) Die Brüder Weber und später H. Meyer hatten festgestellt, dass die Rotation von dem lateralen Kondyl ausgeführt wird, der hiebei seinen Meniscus schiebt; der fixere Theil des Gelenkes ist der mediale. Ich habe nun gezeigt, dass die Bewegungen so geschehen, als würde die quere Axe der unteren Femurepiphyse an der Oberfläche eines Zapfens tangentiell herumgehen, der auf der medialen Pfanne der Tibia errichtet wäre, und zwar in deren

*) Zur Mechanik des Kniegelenkes. Innsbrucker naturwissenschaftlicher medicinischer Verein, Berichte vom Jahre 1879. Auch in meinem Lehrbuch der Chirurgie habe ich die Methode und die Resultate kurz mitgetheilt.

rückwärtigem Abschnitt. In der Beugestellung hemmen nun bekanntlich die am lateralen Kondyl sich inserirenden Gelenksbänder diese Rotation, und zwar hemmt das Laterale externum die Supination, das Cruciatum anterius die Pronation des Unterschenkels. Es ist also ohneweiters zu erwarten, dass in der Streckstellung eines Knies, dessen Condylus lat. man verkürzt hat, in der Streckstellung eine Supination der Tibia möglich sein wird. (In der Beugestellung des Knies wird eine Zunahme der Supinationsfähigkeit nicht zu erwarten sein, da bei der Beugung die hinteren Abschnitte des Condylus lat. mit der Tibia in Berührung kommen und die Herausnahme einer horizontalen Scheibe aus dem Condylus lat. die sagittalen Verhältnisse der hinteren Condylusabschnitte nicht alterirt; diese letzteren stellen sich ja bei der Beugung auf die Tibia vertical auf und stellen wieder ein normales Verhalten her.)

Im Leben verhalten sich die Dinge aber gewiss anders als im Experimente. Wenn auch die meisten Genua valga eine etwas wackelige Beschaffenheit des Gelenkes zeigen, so müssen wir doch annehmen, dass bei der langsamen Entstehung des Uebels die Bandfasern an der lateralen Seite Zeit haben, etwas zu schrumpfen.

Wenn der Mensch die Beine nur so bewegen würde, dass die queren Knieaxen (oder die beiden Kniebases) immer nur frontal eingestellt blieben, so würde zwar die ungleiche Höhe der Kondylen bei den Convergenzstellungen solche Bedingungen setzen, dass die Subvalgitas in eine entschiedene Valgitas übergehen müsste, sobald nur Ueberlastung des Systems mitwirken würde. Die von oben wirkende Last würde den nach lateralwärts offenen Winkel, den Femur und Tibia miteinander bilden, verkleinern, also die Valgitas fördern.

Aber die Valgitas besteht nicht allein darin, dass der genannte Winkel kleiner ist. Beim Genu valgum bestehen noch auch die früher auseinander gesetzten Veränderungen. Nennen wir die Verkleinerung des Lateralwinkels, die Convexität der medialen Theile des Femurs und der Tibia, die nach lateralwärts oben steilere Aufrichtung der queren Knöchelaxe (und Alles, was noch im Anschlusse daran am Fusse eintreten muss) die Inflexionserscheinungen — so bietet das Genu valgum auch noch eine andere Reihe von Veränderungen, die wir mit dem Terminus der Torsionserscheinungen bezeichnen. Schon das normale Bein zeigt solche Erscheinungen, denen Mikulicz seinerzeit in seiner anatomischen Arbeit*) viel Aufmerksamkeit geschenkt hat. So bietet das normale Bein

*) Ueber die anatomischen Formen des Femurs und der Tibia (Arch. f. Anat.).

am Femur die bekannte Verschränkung zwischen der Axe des Schenkelhalses und der queren Knieaxe, an der Tibia die Verschränkung zwischen der queren Axe der oberen Epiphyse und der queren Knöchelaxe. Für diese Stellungen hat Mikulicz selbst den Ausdruck der Torsion zweckmässig angewendet.

Am normalen Femur zeigt sich das untere Ende gegen den Schenkelhals so torquirt, als ob es eine Pronation ausgeführt hätte; an der Tibia sieht man wiederum, als ob das untere Ende gegen das obere eine Supination vorgenommen hätte. (Es hat eine gewisse Berechtigung, das distale Ende als das der Torsionsbewegung unterworfene zu bezeichnen.) Führen wir hiefür einen Terminus ein, so wäre das normale Femur ein introtorsum (mit dem distalen Ende im Sinne einer Pronation torquirt), die Tibia wäre eine extrotorsa (mit dem distalen Ende im Sinne einer Supination torquirt).

Bei Genu valgum zeigt sich nun in vielen Fällen die Introtorsion des distalen Femurendes aufgehoben, die Extrotorsion des distalen Tibiaendes vermehrt, an beiden Hauptknochen also eine Extrotorsion (am Femur eine virtuelle) vorhanden.

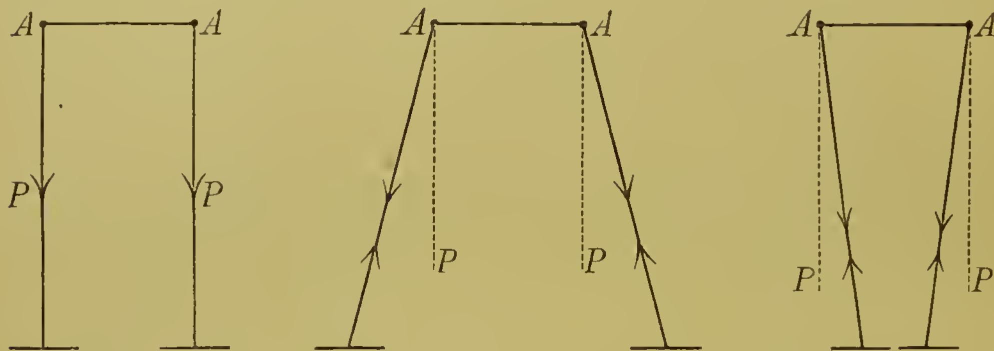
Wir sehen demnach, dass die Erscheinungen des Genu valgum uns auf tiefere Ueberlegungen drängen.

Wir haben schon in den vorausgegangenen Auseinandersetzungen öfters den nicht neuen, aber durch eingehendere Würdigung der Thatsachen neu fundirten Satz ausgesprochen, dass beim Genu valgum an der lateralen Seite vermehrter Druck, an der medialen Seite vermehrter Zug stattfinde. Wir haben aus der Statistik den Schluss gezogen, dass die Subvalgi durch besondere Schädlichkeiten, die auf ihr Bein einwirken, entschiedene Valgi werden. Beim Genu valgum staticum ist diese Schädlichkeit allgemein als Ueberlastung anzusehen, da Berufsarten, wo diese stattfindet, die Valgitas erzeugen.

Aber die Aetiologie des Genu valgum ist noch nicht eine Theorie desselben. Diese hat eine weitere Aufgabe. Sie soll nachweisen, wie aus dem normalen oder subvalgen Bein ein valges wird. Sie hat erstlich das Bein als ein mechanisches Object anzusehen und zu zeigen, wie die Deformation zu Stande kömmt. Es liegt ihr also ein specielles Biegungsproblem vor. Die pathologische Betrachtung sieht jene Probleme als Ideale vor sich, mit denen sich die theoretische Physik befasst, und trachtet demnach, die biologische Erscheinung nach dem Vorbilde physikalischer Erscheinungen zu erklären. Das ist auf diesem Gebiete sicherlich zunächst liegend; es handelt sich um mechanische Vorgänge am Organismus.

Den Anfang machten auf diesem Gebiete jene Anatomen, welche die innere Architektur der Knochen beachteten. Julius Wolff hat alle diese Anfänge eingehend und höchst anziehend geschildert. Einen durchschlagenden Erfolg erlebte erst der einstige Züricher Anatom Hermann Meyer; denn seine Präparate wurden von einem Manne erblickt, der in diesen Dingen ein Urtheil hatte; es war bekanntlich der Schöpfer der graphischen Statik, der geniale Culmann. Dieser erblickte in den regelmässig angeordneten Bälkchen im oberen Femurende das System der berühmten „Trajectorien".

Fig. 21.



Mit viel Fleiss und Gedankenaufwand nahm sich der Sache später Julius Wolff an und entwarf die „Krahntheorie", d. h. er verglich das Femur mit einem Krahne und so wurde das Problem der Femurdeformitäten einer strengeren Analyse zugänglich; denn die Verhältnisse in einem Krahne sind mit strenger Methode auflösbar. Mit ungewöhnlicher — man kann sagen mit singulärer — wissenschaftlicher Ausrüstung versehen, trat der Braunschweiger Orthopäde Bähr den Wolff'schen Aufstellungen entgegen. Seine, Korteveg's, Kölliker's und Ghillini's Bemerkungen hinterlassen wohl den Eindruck, dass die Krahntheorie nicht mehr haltbar sei; dabei wird man Wolff's Verdienste nicht vergessen.

Fig. 22.

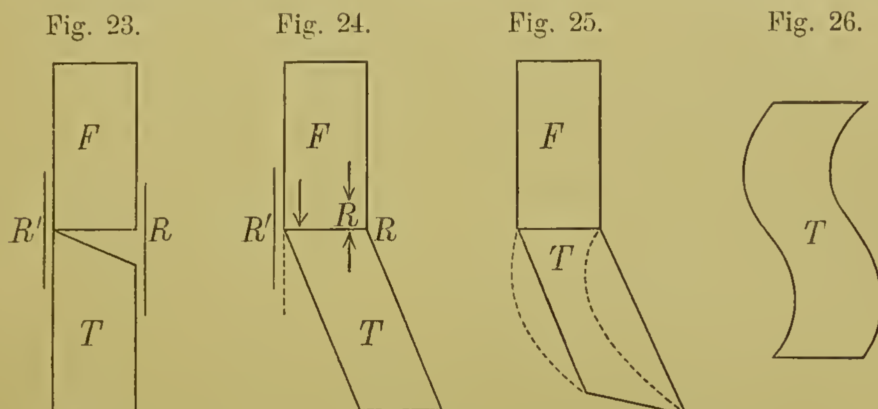


Es liegt in dieser Frage die Angelegenheit eines „Grenzgebietes" vor. Der Anatom, der Chirurg wird selten jene Ausbildung besitzen, über welche Bähr verfügt; er wird an den Mechaniker herantreten und diesem das Problem vorlegen, besser gesagt, zurechtlegen müssen. So that es auch Prof. Ghillini in Bologna, der sich an Canevazzi, Professor am dortigen Polytechnicum, wendete.

Ghillini legt dem Mechaniker das Problem in folgender Weise vor: „Als Werthe eines im Gleichgewicht befindlichen Systems betrachtet, entsprechen die unteren Glieder des menschlichen Körpers zwei Stäben, die

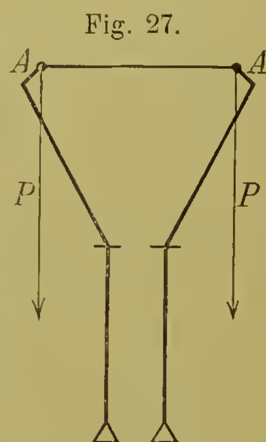
das Gewicht des Rumpfes, welches ihnen mittels des Systems der Beckenknochen übertragen wird, stützen. Mit genügender Annäherung können letztere einem der Einwirkung von Gewichten unterworfenen Querstab verglichen werden.“ In den beiliegenden drei Skizzen (Figur 21) sind die verschiedenen Möglichkeiten versinnlicht, wie die Glieder in Anspruch genommen werden können (Parallelismus der Beine, Divergenz, Convergenz).

„Betrachtet man das obere Femurende allein,“ sagt Ghillini, „d. h. die obere Epiphyse, welche von Caput, Collum und Trochanter gebildet



wird, so stellt diese eine wahre und wirkliche Console vor, welche eine Last an der Extremität *A* trägt und am Knochen befestigt ist“ (Fig. 22).

Bezüglich der Kniedeformitäten sagt Ghillini Folgendes: „Schematisch können das Femur und die Tibia in einem gesunden Individuum, wie in der Fig. 23 dargestellt werden.*) Bei einem Individuum dagegen, an welchem entweder künstlich wie in meinen Experimenten oder durch pathologische Vorgänge die Tibia an der oberen Epiphyse einseitig verändert wurde, können das Femur und die Tibia wie in Fig. 23 dargestellt werden . . . . . Bei einem kranken Individuum drückt sich unter der Einwirkung des Gewichtes das weniger feste Gewebe in *R* mehr zusammen als das festere in *R'* und daher müssen die beiden Knochen nothwendigerweise die Stellung, welche schematisch Fig. 24 und 25 zeigen, annehmen. Wegen der Verrückung des unteren Theiles gegenüber dem Knie entsteht ein Moment, und das Gleichgewicht kann nicht anders hergestellt werden, als durch eine Ueberanstrengung des Bandes *R'*. Wir haben daher



*) Man hat sich dabei nur die Tibia (*T*) als vollständiges Oblongum zu denken; die Figur deutet aber auch die Abschrägung des oberen Tibiaendes an, die in den Fig. 24, 25 vorausgesetzt wird, und gilt dann eigentlich für das nächste Citat.

den Fall einer axialen Anstrengung, begleitet von einem constanten Biegungsmoment, welche eine Deformität, ähnlich der in Fig. 24 und 25 angedeuteten, erzeugen muss . . . . Zur weiteren Bekräftigung dieser Art die Sache zu betrachten, füge ich überdies bei, dass das Kaninchen noch die Besonderheit zeigt, dass die Fibula sich etwa in der Mitte der Tibia mit dieser verschmilzt, indem sie in diesem Punkte einen Querschnitt von grösserer Widerstandsfähigkeit bildet und gewissermassen mit den Schnitten durch feste Stützpunkte in der Axe der Körper, welche Druckkräften unterworfen sind, verglichen werden kann. In der That müsste gemäss dieser Anschauungsweise nach der Theorie des Gleichgewichtes elastischer Körper die Längsaxe die Form einer Sinusoide annehmen (Fig. 26).

Berücksichtigt man die an einem hochgradigen Genu valgum, wie in unserer Fig. 7 zu sehen ist, vorhandene *S*-förmige Gestalt der Tibia, so hat man die Empfindung, dass Ghillini's Ausführungen mit unserem Objecte in nahe Berührung gelangen.

Aber eine Bemerkung drängt sich auf. Das Femur des Menschen ist ja doch nicht senkrecht gestellt! Beide Femora convergiren doch. Nur bei einer gewissen und das für gewöhnlich schon hochgradigen Abduction stellen sich die Femora senkrecht und mit einander parallel. Denkt man an den in Reih und Glied stehenden Soldaten, denkt man an den gehenden Menschen, denkt man an die durchschnittlich häufigste Stellung des Körpers, so ist die Belastung des Femurs doch nicht so zu denken, wie es Fig. 22 versinnlicht.

Jene Lage, welche vor Allem in Betracht kömmt, ist die der convergenten Femora. Nun sind die Beine keinem geraden Stabe zu vergleichen, sondern einem gebrochenen. Fig. 21 müsste also abgeändert werden in Fig. 27.

Diese Figur stellt ein Schema vor, welches der Wirklichkeit entspricht. Der Stab ist gegliedert. Es ist dabei Excentricität der Kraftwirkung vorhanden, und es muss ausser der axialen Kraft P noch ein excentrisches Moment berücksichtigt werden, welches das Glied im Sinne der Valgitas zu biegen sucht. Mit anderen Worten stellt das Femur einen langen, schräg gestellten Hebelarm vor, dessen oberes Ende von einer Kraft, der Körperlast, niedergedrückt wird. Aber dieser Hebelarm ist an seinem unteren Ende in complicirter Weise an die Tibia angelenkt. Seine Einlenkung an das Becken ist einfacher: dort besteht ein Kugelgelenk mit ziemlich einfachen Hemmungen. Das Kniegelenk hingegen hat einen sehr verwickelten Bau. Wenn die Körperlast die Femora von oben niederdrückt, so dass sie, dem Drucke weichend, mit ihren oberen Enden divergiren

würden, so können sie diese Bewegung nicht ausführen, weil sie durch das Becken aneinander gehalten werden; aber im Kniegelenke entstehen dafür Spannungen, die unter pathologischen Verhältnissen eine höchst wichtige Rolle spielen. Es liegt also mehr ein Problem des Maschinenbaues und nicht das Problem einer baulichen Construction vor. Bevor man also das Problem dem Techniker vorlegt, muss es anatomisch besser formulirt werden und daher muss die theoretische Vorbereitung desselben eingehender sein.

Wir wollen einige Punkte erörtern.

Das zweite Glied der gebrochenen und in ihren Bestandtheilen gebrochenen Stange, welche den Körper trägt, ist die Tibia. Diese wäre in ihrem Bau recht einfach; aber ihr unteres Ende steht nicht fest, sondern ist mittels eines höchst complicirten Gestells, des Fusses, auf dem Boden beweglich eingestellt. Auch wenn man die Mechanik dieses Gestelles selbst vorläufig nicht in Betracht zieht, ist die Verbindung der Tibia mit demselben nicht so einfach. Das obere und das untere Sprunggelenk können nicht ausser Betracht bleiben. Die ganze stützende Stange, Femur und Tibia sind in das Fussgestell gleichsam eingeschraubt; die Talusrolle wurde ja als eine mit Schraubenwindung versehene Vorrichtung angesehen, sie erlaubt der Tibia sagittale Bewegungen; das untere Sprunggelenk gestattet wieder solche Bewegungen, die namentlich beim Genu valgum sehr stark zu berücksichtigen sind, Bewegungen, bei denen das obere Ende der Tibia medialwärts geht (Valgitas genus) oder lateralwärts; das obere mit mehr sagittalem Bewegungsgebiet schaukelt gleichsam auf dem unteren, das wiederum ein mehr frontales Excursionsgebiet besitzt. In eingehendster und genauester Weise hat die Gesammtleistung dieses Systems — Tibia, Talus, Calcaneum — Boegle geprüft und geschildert.

Es bleibt also nichts übrig, als die Frage, die wir an den Mechaniker stellen, in viel detaillirterer Form zu fassen. Hiezu empfiehlt es sich, ein Präparat herzustellen, welches aus dem Becken und beiden Beinen besteht; und dieses System müssen wir charakterisiren, um das Problem vorlegen zu können. Zwar ist auch dieses System immer noch nicht das vollständig richtige, da nirgends in der Welt Beine herumgehen, sondern Menschen. Aber man kann einstweilen den Versuch machen, bloss das zusammenhängende Becken-Beine-System zu prüfen und eventuell den Oberkörper, der ja eine reiche und beim Stehen wie beim Gehen in Betracht zu ziehende Gliederung besitzt, durch ein Gewicht zu substituiren, das am Becken als Belastung angebracht wird.

Wollte man das ganze System, das aus dem Becken und beiden Beinen, mechanisch genauer charakterisiren, so würde es sich zunächst empfehlen, ein Hauptcoordinatensystem zu wählen, und selbstverständlich durch den unter allen Umständen in fester Lage verharrenden Bestandtheil, also durch das Becken zu legen. Die Sagittalebene des Systems (die YZ-Ebene) würde durch eine Conjugata (vera oder diagonalis) und durch den geraden Durchmesser des Beckenausganges durchgelegt. Die Hauptfrontalebene (die XY-Ebene) würde durch den queren Beckendurchmesser zu legen sein, oder, um gleich bei der Legung des Systems einfachere Beziehungen herzustellen, durch die gemeinsame Queraxe der beiden Hüftgelenke. Wie man diese an der Leiche oder auch am Lebenden constructiv finden kann, habe ich seinerzeit gezeigt (Zur Mechanik des Hüftgelenkes, Wiener medicinische Jahrbücher, 1876 und 1878). Als dritte Ebene (XZ-Ebene) wäre eine Ebene zu benützen, die man unter Berücksichtigung der Beckenneigung durch die gemeinsame Queraxe der Hüftgelenke parallel zum Horizonte zu legen hätte.*)

Das Präparat, welches wir uns zur Untersuchung herstellen, besteht aus dem Becken und beiden Beinen; einmal lässt man die Muskeln stehen, ein anderesmal nimmt man das Muskelfleisch ab und arbeitet nur mit dem Bänderpräparate. Dasselbe ist auf einem Flaschenzug aufgehängt und kann somit leicht heruntergelassen und aufgezogen werden und in jeder Phase der Bewegung durch einen Gehilfen an der Schnur festgehalten werden. Man kann die durch die femoralen Ansätze der beiden Collateralligamente gehende (gleichsam geometrische) quere Knieaxe durch einen durchbohrten Eisenstab markiren und einen zweiten, mit ihm parallelen und in derselben frontalen Ebene stehenden Stab auch durch das obere Ende der Tibia stecken, um die Bewegungen des Oberschenkels einerseits, jene des Unterschenkels andererseits deutlicher zu beurtheilen, eventuell auch die Bewegung in der Camera obscura zu messen. Von der lateralen Fläche des grossen Trochanters aus kann man einen Stab in den Schenkelshals einbohren, und zwar in der Richtung der Axe des letzteren, um besser zu sehen, was im Hüftgelenke vorgeht. Die Füsse stehen auf Brettchen und werden an diese festgenagelt, am besten so, dass der mediale Fussrand mit dem Längsrande des Brettchens zusammen-

*) Dieses Coordinatensystem lässt sich auch als das Hauptcoordinatensystem des ganzen menschlichen Körpers benützen, und bei der heute möglich gewordenen Durchleuchtung des ganzen lebenden Skelettes mit den Röntgenstrahlen wird das Bedürfniss nach einem solchen bald rege werden.

Auf dieses Coordinatensystem wären die Lagen des Beines und seiner Abschnitte überhaupt zu beziehen. Das schliesst nicht aus, dass man bei jedem einzelnen Gelenke wieder andere Coordinaten durchlegt; so kann sich beispielsweise beim Hüftgelenke in gegebenen Fällen die Polarcoordination zweckmässig erweisen; handelt es sich dann um Gesammtbetrachtungen, so braucht man ja nur die Transformation der Coordinaten durchzuführen.

Auf unseren speciellen Zweck eingehend, können wir die Betrachtung aber vereinfachen und uns vorläufig mit den bisherigen anatomischen Coordinaten begnügen.

fällt. Und schon hier zeigt sich das merkwürdige Zusammenspiel des ganzen Systems, die Zwangsläufigkeit seiner Glieder und ihr ganz verschiedenes Verhalten, wenn man das eine oder andere Glied des Systems in seinem freien Verhalten hindert. Wie die später zu veröffentlichenden Versuchsprotokolle zeigen werden, ist das Spiel ein anderes, wenn man den Fuss nur im Bereiche des Metatarsus festnagelt, und sofort ein anderes, wenn man auch noch die Keilbeine feststellt. Ebenso überzeugt man sich, wie ganz anders der Bewegungsvorgang beim Herablassen und beim Wiederhinaufziehen des Systems ausfällt, je nachdem man die medialen Fussränder parallel und aneinander liegend einstellt, oder ihnen eine Divergenzstellung gibt. Man gewahrt also gleich, dass man ein sehr complicirtes Problem vor sich hat.

Werden die beiden Füsse nur mittels Annagelns im Bereiche der Phalangen befestigt und die medialen Fussränder parallel gestellt (so dass sie sich fast berühren), so bemerkt man, wenn das Präparat der Schwerwirkung allein überlassen wird, dass die Beugung vor Allem im Kniegelenke stattfindet; das ganze Präparat sinkt langsam, aber im Hüftgelenke selbst geschieht nur eine kleine Beugebewegung des Femurs. Sind Femur und Unterschenkel auf etwa 120° gegeneinander gebeugt, so berühren sich die Knie, um bei weiterer Beugung sehr stark zu divergiren; die Bewegung geschieht hauptsächlich im unteren Sprung- und im Hüftgelenke; bald theilt sich die Bewegung auch dem Complexe der Fussgelenke mit, und bei 70° Beugung (zwischen Femur und Unterschenkel) ist der Fuss fast vertical erhoben, nur auf die festgestellten Phalangen sich stützend; zugleich geht eine immer zunehmende Supination des ganzen Fusses vor sich; bei etwa 30° Beugung im Knie ist die Divergenz der Beine (Abductionsstellung der Femora) zu ihrem Maximum gelangt.

Stellt man aber das Präparat so auf, dass die beiden medialen Fussränder unter einem Winkel von etwa 60° nach vorne divergiren, und lässt nun das ganze System langsam fallen, so tritt jene starke Divergenz der Beine (Abductionsstellung) der Femora gar nicht ein, sondern die Knie fangen an bei einem Beugewinkel von etwa 130° zu convergiren, erreichen bei 110—115° ihre relativ stärkste Convergenz, wobei jedoch die Knie nicht mehr aneinanderkommen, sondern einen Zwischenraum von etwa 4 Querfingern zwischen sich lassen, um bei 100° wieder zu divergiren, und bei äusserster Beugung ihre grösste Divergenz zu erreichen; auch da hebt sich der Fuss in die Höhe und wird stark supinirt.

Also: die Aenderung in der Stellung der Fussspitzen hat bei übrigens gleichen Umständen schon zur Folge, dass die mit der zunehmenden Beugung des Kniegelenkes gleichzeitig einhergehende Ad- und Abduction der Femora in einer ganz anderen Art abläuft.

Ein Punkt der Mechanik des Kniegelenkes, der selten beachtet wird, aber gerade beim Genu valgum Wichtigkeit besitzt, muss hier mit einem Worte erwähnt werden.

Nebst Beugung und Streckung, deren Bedingung in der sagittalen Krümmung der Femurkondylen liegt, und nebst der von dem Beugegrad abhängigen Rotation des Unterschenkels, deren Bedingung in der frontalen Krümmung des Condylus medialis liegt, gibt es im Kniegelenke noch eine dritte Bewegung. Erinnert man sich dessen, wie das laterale Band am Femur inserirt ist, so begreift man diese Bewegung sofort. Wenn das Kniegelenk gestreckt ist, so ist der senkrechte Abstand dieser Bandinsertion von der oberen Fläche des Meniscus lateralis nach Henle's Messung 30 *mm*, das Band

ist gespannt. Wenn aber eine Beugung des Kniegelenkes eintritt, so rücken nun die hinteren Theile des Condylus lateralis auf den Meniscus vor; diese Theile sind aber von einem kürzeren Radius; Henle gibt ihn auf 25 *mm* an. Wenn nun diese Theile vorrücken, wird das laterale Band entspannt und eine entsprechende Kraft vermag nun den Winkel, den das Femur mit der Tibia auf der Frontalprojection bildet, zu verkleinern. Denken wir uns die Kraft auf den Unterschenkel wirkend, so wird dieser um eine Spur abducirt; denken wir uns die Kraft auf dem Femur angreifend, so kann das in der Beugestellung des Femurs nur Supination heissen.

Um eben auch allen terminologischen Schwierigkeiten zu begegnen, bemerken wir Folgendes:

Was die Rotationsbewegungen betrifft, so wäre in der Streckstellung die Bezeichnung für das Femur und für die Tibia identisch. Wäre die Rotation im Kniegelenke auch in der Streckstellung möglich, so wäre es für das Femur eine Bewegung um seine Längsaxe und für die Tibia eine Bewegung um ihre Längsaxe, aber die Axen fallen zusammen. In rechtwinkeliger Beugung des Knies ist die Sache terminologisch anders. Erster Fall. Das Femur steht senkrecht, die Tibia ist rechtwinkelig gebeugt, die Fusssohle sieht nach hinten. Wenn jetzt die Tibia rotirt wird, so geschieht die Rotation wieder um ihre Axe. Zweiter Fall. Der Mensch sitzt; das Kniegelenk ist rechtwinkelig gebeugt. Wird die Tibia rotirt, so geschieht die Bewegung wieder um ihre Längsaxe. Wenn aber bei so feststehender Tibia das Femur die analoge Bewegung ausführen würde, so wäre das keine Rotation des Femurs mehr, sondern das Femur würde sich mit dem oberen Ende lateralwärts oder medialwärts bewegen, d. h. in Ad- oder Abductionsstellung bewegen. Wir machen solche Bewegungen zwar selten; aber wir können sie machen, und es ist ein Kunststück, nur auf einem Beine zu hocken; der Aequilibrirung wegen wird dabei das andere Bein horizontal in der Luft vorgestreckt; das gebeugte Knie könnte nun jene Ab- und Adductionsbewegung mit dem Oberschenkel ausführen. Einfacher kann man sich die Sache vorstellen, wenn man das im Hüftgelenke exarticulirte Bein im Kniegelenke beugt und nun mit dem Femur jene Bewegungen ausführt, die als Rotationsbewegungen des Kniegelenkes bezeichnet werden (wobei also der Condylus medialis das Fixere, des Condylus lateralis das Beweglichere ist) und die wir, wenn die Tibia rotirt, als Bewegungen um ihre Längsaxe brachylogisch bezeichnen.

Fassen wir auch den ersten Fall noch einmal ins Auge. Denken wir uns wieder ein exarticulirtes Bein. Das Femur wird senkrecht gehalten, die Tibia rechtwinkelig gebeugt, die Fusssohle sieht nach hinten. Bewegen wir die Tibia um ihre Längsaxe, so ist es Rotation im Kniegelenke. Machen wir bei festgehaltener rechtwinkelig gebeugter Tibia dieselbe Bewegung im Kniegelenke, doch so, dass das Femur sich bewegt; das Femur bewegt sich nun mit seinem oberen Ende lateralwärts (also Adductionsstellung) oder medialwärts (also Abductionsstellung, Varumstellung).

Erst nach diesen Vorbemerkungen können wir ohne Gefahr eines Missverständnisses auf jene Bewegungen zurückgehen, die als die dritte Bewegung im Knie bezeichnet werden und davon abhängig sind, dass unter das Ligam. laterale bald jene Partien des Condylus lateralis einrücken, die einen längeren oder kürzeren Abstand von der femoralen Insertion des lateralen Bandes besitzen. In Streckstellung ist die Bewegung eben unmöglich; aber in einer ganz leichten Beugung, welche der Streckstellung nahe ist, wird die Bewegung für die Tibia eine Ab-, für das Femur eine Adductionsstellung ergeben. In der Beugestellung, wo die Bewegung effectiv erfolgen kann, wird das für die Tibia wiederum eine Abductionsbewegung sein, aber für das Femur eine Rotation um dessen Längsaxe und zwar eine Supination.

Diese terminologischen Schwierigkeiten ergeben sich aus dem Stellungswechsel, der 90° beträgt. Steht die Tibia senkrecht, das Femur wagrecht, so ist die Bewegung

um eine sagittale horizontale Axe für die Tibia eine Ab- und Adductionsbewegung, für das wagrecht stehende Femur aber ist die Bewegung um eine sagittale horizontale Axe eine Supination oder Pronation. Stehen aber Tibia und Femur senkrecht (Streckstellung des Knies), beide also in derselben Frontalebene, so ist für beide die Bewegung um die sagittale Axe eine Ab- oder Adductionsbewegung, und zwar so, dass, wenn der nach lateralwärts offene Winkel, den beide einschliessen, sich verkleinert, die Tibia eine Abductions-, das Femur eine Adductionsstellung einnehmen, falls beide gleichsinnig auf die Verkleinerung des Winkels hinwirken, also lateralwärts gegeneinander convergiren.

Hätte man das System in Bezug auf seine Elemente und die Art ihrer wechselseitigen Verbindung derart charakterisirt, dass auch die Grenzen ihrer Zwangsläufigkeit bestimmt sind, so käme mit Rücksicht auf das Genu valgum noch die Frage der Festigkeit der Elemente in Betracht.

In dieser Richtung können die Arbeiten Rauber's und dann ein Werkchen von Dr. H. H. Hirsch als bahnbrechend angesehen werden. A. Rauber hatte schon vor mehr als 20 Jahren (Ueber den mechanischen Werth einiger Querschnittsformen der Knochen. Sitzungsbericht der naturf. Gesellschaft zu Leipzig 1875. — Elasticität und Festigkeit der Knochen. Leipzig 1876), die nach einem Ende hin erfolgende Umfangszunahme der Knochen mechanisch gedeutet. Er findet, dass sich durch diese Umfangszunahme eine Annäherung der Knochen — an der Tibia fällt dies insbesondere auf — an Körper von gleicher Strebefestigkeit ausdrückt. Solche Körper bieten, wenn sie als Tragsäulen in der Richtung ihrer Längsaxe belastet werden, in jedem Querschnitt die gleiche Sicherheit gegen Einknickung. Der proximalwärts wachsenden Beanspruchung der Tibia nehmen auch die Querschnitte des Knochens und damit seine Festigkeit zu. H. H. Hirsch hat in seiner Publication: „Die mechanische Bedeutung der Schienbeinform. Mit besonderer Berücksichtigung der Platyknemie" (Berlin 1895), die Tibia mit Rücksicht auf ihre mechanische Bedeutung eingehend und unter Mithilfe von technischen Fachmännern (Professor Martens, Herr H. Stern) untersucht. Sein Werk gibt dem Leser auch die Grundbegriffe aus der Lehre von der Biegungsfestigkeit, so dass die Lectüre ausserordentlich leicht und belehrend ist. Hirsch hebt gegenüber Rauber hervor, dass die eigenthümliche Form des Schienbeines nicht sowohl der Beanspruchung auf Strebefestigkeit, als vielmehr jener auf Biegungsfestigkeit entspricht. Dadurch rücken die von Hirsch gegebenen Auseinandersetzungen sofort in den Vordergrund; jede Theorie des Genu valgum muss an diesen Punkt anknüpfen.

Nach Hirsch hat der dreieckige Querschnitt der Tibia folgende Bedeutung: Das Schienbein wird auf Biegung beansprucht: 1. in einer frontalen Ebene (wie wir öfters betonten, sucht die Körperlast den Winkel zwischen Femur und Tibia zu verkleinern, und diese Wirkung geht in

einer frontalen Ebene vor sich); 2. in einer sagittalen Ebene (bei den zahllosen Beuge- und Streckbewegungen). Die Biegungsfestigkeit des Knochens, beziehungsweise das Widerstandsmoment seiner Querschnitte muss daher einen möglichst grossen Werth besitzen für eben diese zwei Ebenen. Aber ein besonders grosses Widerstandsmoment für zwei sich rechtwinklig kreuzende Ebenen würde auch ein zweiaxig-symmetrischer Querschnitt darbieten, also ein symmetrisch viereckiger. Warum hat die Tibia also einen dreieckigen Querschnitt? Hirsch antwortet: „In dieser Beziehung kommt der Umstand in Betracht, dass die einwirkenden Kräfte das Schienbein in der sagittalen Biegungsebene abwechselnd nach vorne und nach hinten, in der frontalen Ebene dagegen in der Regel ausschliesslich lateralwärts auszubiegen streben. Da somit in frontaler Ebene die Biegung in constanter Richtung erfolgt, ist die zweckmässigste Anordnung des Materials eine verschiedene, je nachdem, ob das Material wie Schmiedeeisen eine gleiche Zug- und Druckfestigkeit, oder ob es wie Gusseisen ungleiche Festigkeitscoëfficienten besitzt.“ Nun hat schon Rauber nachgewiesen, dass die Zugfestigkeit des Knochens in der Compacta immer erheblich geringer ist als ihre Druckfestigkeit. Das Verhältniss der beiden Festigkeitscoëfficienten ist 3 : 4; die Compacta verhält sich also ähnlich wie Gusseisen. Macht man Träger aus Gusseisen, um sie in constanter Richtung auf Biegung zu beanspruchen, so sind diejenigen die zweckmässigsten, bei denen der Abstand der äussersten Fasern von der neutralen Axe sich so verhält, wie die Coëfficienten der beiden Festigkeiten, und diese verhalten sich beim Gusseisen wie 1 : 2. Macht man Träger aus Compacta, so wird bei constanter Beanspruchung in der frontalen Biegungsebene (in der sagittalen ist sie abwechselnd) jene Querschnittsform die günstigste sein, wo die Abstände der äussersten Fasern auf der lateralen Zug- und der medialen Druckseite sich wiederum verhalten, wie die Coëfficienten der beiden Festigkeiten, also wie 3 : 4. Der Abstand von der neutralen Axe hängt aber mit der Vertheilung des Materials zusammen, denn die neutrale Axe hängt von der Schwerlinie der Querschnitte ab. „Bei einem genau mathematischen Dreieck schneidet die der Grundlinie parallele Schwerlinie die Höhe in einem Punkte, der doppelt so weit von der Spitze des Dreieckes entfernt liegt wie von der Grundlinie. Der Schienbeinquerschnitt besitzt jedoch keine genau mathematische Dreiecksform, und die Lage des Schwerpunktes wird insbesondere durch die verschiedene Stärke der einzelnen Wandungsabschnitte modificirt. Da nun die Wandstärke an der medialen Kante des Schienbeines grösser ist als diejenige der lateralen Seite, so wird dadurch der Schwerpunkt des

Querschnittes, beziehungsweise die Lage der neutralen Axe für die Biegung in der frontalen Ebene in dem Sinne verschoben, dass sich ihr Abstand von der lateralen Seite vergrössert, derjenige von der medialen Kante verkleinert. Der Quotient dieser Abstände, welcher bei einem Querschnitt genau mathematischer Dreiecksform gleich 1 : 2 sein würde, erhält solcher Weise einen grösseren Werth, so dass er als annähernd gleich 3 : 4 angenommen werden kann.“ Diese Erwägungen führen Hirsch zu dem Schlusse, dass an der Tibia die dreiecksähnliche Form zur Verwendung gelangt ist, „weil mit dieser Form der Schienbeinquerschnitt zugleich gegenüber den in der frontalen Ebene in constanter Richtung einwirkenden Biegungskräften die Eigenschaften eines Querschnittes von gleicher Festigkeit besitzt“. Warum hat die Tibia einen grösseren Umfang des Querschnittes — und zwar zu Gunsten des Tiefendurchmessers — an ihrem proximalen Ende? „Neben den Biegungsbeanspruchungen des Schienbeines, die in der frontalen Ebene stattfinden und die das grösste Moment etwa in der Mitte des Knochens hervorrufen“ — so fährt Hirsch fort — „gibt es noch sagittale Biegungsbeanspruchungen, deren Moment im distalen Theile am kleinsten, im proximalen Ende am grössten ist. Dem entsprechend muss das Widerstandsmoment des Querschnittes für die sagittale Biegungsebene proximalwärts wachsen, und darum wächst der Umfang des Knochens besonders zu Gunsten der Tiefendimension.“ So weit Hirsch.

Es wäre nun noch zu wünschen, dass wir auch eine analoge Analyse der mechanischen Bedeutung des Femurbaues hätten. Sieht man vorläufig von dem oberen Ende des Knochens ab, so zeigt uns die Femurdiaphyse einen nahezu kreisringförmigen Querschnitt, der sowohl für Beanspruchungen auf Strebefestigkeit, wie auch auf Torsionsfestigkeit der geeigneteste ist. Das distale Ende nimmt nun einen Querschnitt an, der nahezu viereckig, aber nicht symmetrisch ist. Die mechanische Bedeutung dieser Form lässt sich vielleicht daraus ableiten, dass das Femur in der frontalen Ebene nicht nur lateralwärts, sondern auch medialwärts beansprucht wird (Adduction). An das distale Ende der Femurdiaphyse setzen sich die merkwürdigen Kondylen an, die bei aller Ausgesprochenheit ihrer Bewegungsfunction doch auch der Festigkeitsbeziehung des unteren Femurendes Rechnung zu tragen scheinen, insoferne als sie von einem Viereck umschrieben werden wie jene.

Betrachten wir die anatomischen Verhältnisse beim Genu valgum, so fallen uns Veränderungen auf, welche nicht nur die Form des ganzen Knochens (Biegung und Torsion), sondern auch anderweitige Veränderungen des Querschnittes in Bezug auf seinen Umriss und in Bezug auf die Vertheilung der Compacta in demselben betreffen. Vor Allem sehen

wir eine thatsächliche Knickung zwischen der distalen Femurepiphyse und der Diaphyse eintreten. Mikulicz ist sie bei der äusseren Betrachtung nicht entgangen, indem er die veränderte Richtung des Sagittalprofils der Kondylen und der Facies patellaris zur Diaphyse hervorhob. Wir haben diese Knickung des Gebildes verfolgt bis in die innere Structur des Knochens. Wolff hob die veränderten Verhältnisse der Compacta und die dadurch bedingte Verschiebung der grossen Markhöhle hervor. Wir haben auch die Querschnittsveränderungen hervorgehoben. Wir haben auch für viele Fälle eine Torsion des Systems nachgewiesen.

Und hier liegt das Problem einer künftigen Theorie des Genu valgum (des Subvalgum eingeschlossen) vor. Wie kommen diese Veränderungen zu Stande? Welchen mechanischen Sinn besitzen sie? Wie begegnet die Natur dem Zusammenbruche ihres normalen Systems?

Neben dieser mechanischen Seite der Frage wird aber von grossem Interesse der innere Vorgang im Knochen sein. Schon die Frage der Atrophie und der Hypertrophie wird hier ein Object vorfinden, wo keine krankhaften Qualitäten des Gewebes vorliegen, sondern nur reine mechanische Veränderungen der Verhältnisse im Spiele sind, wo also den feinsten Vorgängen im Umbau des Knochens ungestört nachgespürt werden kann. Und darin liegt vielleicht die noch weit grössere Bedeutung des Problems des Genu valgum.

Eine Theorie dieser Krankheit setzt also noch Vorarbeiten voraus: ihre Richtung und ihre Methode ist aber schon gegeben, und jüngere Kräfte können an die Lösung gehen. Nur haben sie noch eingehendere Sectionsbefunde abzuwarten.

B. Genu Varum.

Beim Genu varum sind die groben Verbiegungen und Torsionen der Diaphysen mannigfaltig und auch mannigfaltig combinirt, derart, dass eine alle Fälle zusammenfassende Betrachtung gar nicht möglich erscheint.

Um dies zu zeigen, will ich einige Fälle des pathologisch-anatomischen Museums kurz skizziren.

Unsere Fig. 28 zeigt einen Fall, wo die Oberschenkeldiaphyse etwa an der Grenze ihres mittleren und unteren Drittels unter einem Winkel von circa 120° lateralwärts ausgebogen ist, die Tibia in ihrem untersten Viertel unter einem nahezu ebenso grossen Winkel nach lateralwärts und vorne. Das distale Drittel des Femurs und die proximalen drei Viertel der Tibia stehen in derselben geraden Richtung, als ob das eine die Fortsetzung des anderen wäre. Die Fibula schlingt sich mit ihrem unteren Ende um die Tibia herum und kreuzt sie bei hinterer Ansicht. Das obere Femurende zeigt keine besondere Abnormität. Der Femurschaft bietet eine hochgradige Torsion derart, als ob das distale Ende pronirt worden wäre: der Querschnitt der Femurdiaphyse förmlich säbelscheidenförmig; die Linea aspera mehr medialwärts sehend. Dabei ausgesprochener compensatorischer Pes valgus.

Bei einem anderen Falle, wo das Femur im Ganzen dieselben Veränderungen in höherem Maasse zeigt, ist das Genu varum so hochgradig, dass sich die Unterschenkel unter etwa 120° kreuzen, dabei sind aber die Tibien an der Grenze ihres mittleren und unteren Drittels, also unterhalb der Kreuzung derart unter einem fast rechten Winkel im Sinne einer Abduction des distalen Endes abgebogen, dass ihre distalen Enden unter gleichzeitiger Ablenkung nach hinten wieder zusammenrücken, und die beiden Füsse nahe beieinander stehend, ihre lateralen Ränder einander zukehren.

Fig. 28.



In einem dritten Falle stehen die Schenkelhälse wagrecht, die Femurdiaphysen sind schwach nach vorne und eine Spur lateralwärts gekrümmt; die Distanz der Knie ist grösser als die quere Beckenaxe; die Unterschenkel sind aber beiläufig in ihrer Hälfte stark medialwärts gekrümmt, so dass sie hier ganz nahe zusammenkommen, um mit ihren distalen Enden ein wenig lateralwärts abzulenken.

Fig. 29.



In einem weiteren Falle zeigen die Femora eine analoge Veränderung wie im

Fig. 30.



vorigen, nur divergiren die Schäfte noch mehr, und die Distanz der Knie ist so gross wie die Linie zwischen den vorderen Darmbeinstacheln. Die Kniebases sind mit ihren medialen Enden nach oben gerichtet; die Tibiae convergiren daher wieder stark nach unten, sind aber an der Grenze des mittleren und unteren Drittels direct nach vorne stark ausgebogen.

Der erstangeführte Fall kann als Repräsentant eines stark vertretenen Typus angesehen werden.

Hervorzuheben ist vor Allem die Thatsache, dass das Gelenk Veränderungen zeigt. Die so häufig vorgebrachte Lehre, das Genu varum zeige keine Veränderungen im Gelenke, ist nicht richtig. Gerade bei unserem Falle zeigt sich Fig. 30 der interessante Befund, dass der Condylus medialis verbreitert ist und dass auch seine der Tibia angehörige Pfanne entschieden vertieft ist. In dieser Beziehung ist also an der medialen Seite eine Veränderung im Gelenke eingetreten, die analog ist jenen Veränderungen, die wir beim Genu valgum in der lateralen Hälfte des Gelenkes vorgefunden haben. Aber auch in anderen, besonders in den hochgradigen Fällen, finden wir ganz bedeutende Veränderungen der Kondylen, ja gerade beim Varum sind sie womöglich noch auffälliger als beim Valgum, namentlich fallen stumpfe, leistenförmige Kantenbildungen und förmliche Facettenbildungen an manchen Gelenken auf.

Welche hochgradigen Torsionen die Diaphysen bei ihren gleichzeitigen Verbiegungen erfahren, ist allgemein bekannt, und schon unsere Figur zeigt dies in hohem Maasse.

Da es sich aber um einen rhachitischen Process handelt, so ist das nähere Eingehen auf diese Details hier nicht möglich.

Ein Blick auf die Fig. 29 lässt auch hochgradige Veränderungen in der inneren Structur des Knochens erkennen. Neben den atrophischen Partien der im Knie articulirenden Gebilde wird man bemerken, dass eine Abknickung zwischen Diaphyse und Epiphyse in der Structur nicht zu sehen ist. Die Axenknickung liegt, wie schon Fig. 28 zeigt, im Bereiche der Diaphysen. Sieht man die Tibia an, so ist dieser Knickung auch in der Structur Rechnung getragen. Hervorhebenswerth ist auch die Structurveränderung im unteren Ende der Tibia, wo die Spongiosazüge de norma fast genau in der Längsrichtung laufen. Hier aber sieht man Züge, die in räumlich senkrechter Richtung ziehen, aber die Längsaxe des Knochens schneiden.

II.

DIE COMPENSATORISCHEN FUSSFORMEN.

Die compensatorischen Fussformen.

In einem englischen Werke, welches im Jahre 1895 erschienen ist und den Titel führt: „The Deformities of the human foot“ von W. J. Walsham und William Kent Hughes — zwei angesehenen Orthopäden Englands — findet sich auf pag. 439 die Abbildung eines Paares rhachitischer Beine; die Unterschenkel bilden beide eine starke, medialwärts gerichtete Krümmung; die frontale Axe des oberen Sprunggelenkes steht sehr schief; ihr laterales Ende erhebt sich etwa 40° über den Horizont: der Fuss steht aber mit der Sohle auf der horizontalen Unterlage. Unter dieser Figur steht folgende Erklärung: „The tibiae are bowed inwards, the feet are in the position of valgus.“ (!) „The bones of the foot retain almost completely their natural shape, but are somewhat smaller than normal. The valgus“ (!) „is evidently“ (!!!) „due to relaxation of the ligaments and muscles, and not to any softening and alteration in the shape of the bones.“

Auf den ersten Blick sieht man, dass kein Valgus vorliegt, sondern im Gegentheil ein compensatorischer Varus. In demselben Werke ist auf pag. 441 ein Individuum abgebildet, das linkerseits ein stärkeres Genu valgum besitzt als rechterseits. Der linke Fuss ist ebenfalls auf den ersten Blick in der Varusstellung. Dennoch steht unter der Figur (265) die Erklärung: „Flat-foot with Genu valgum“ (!).

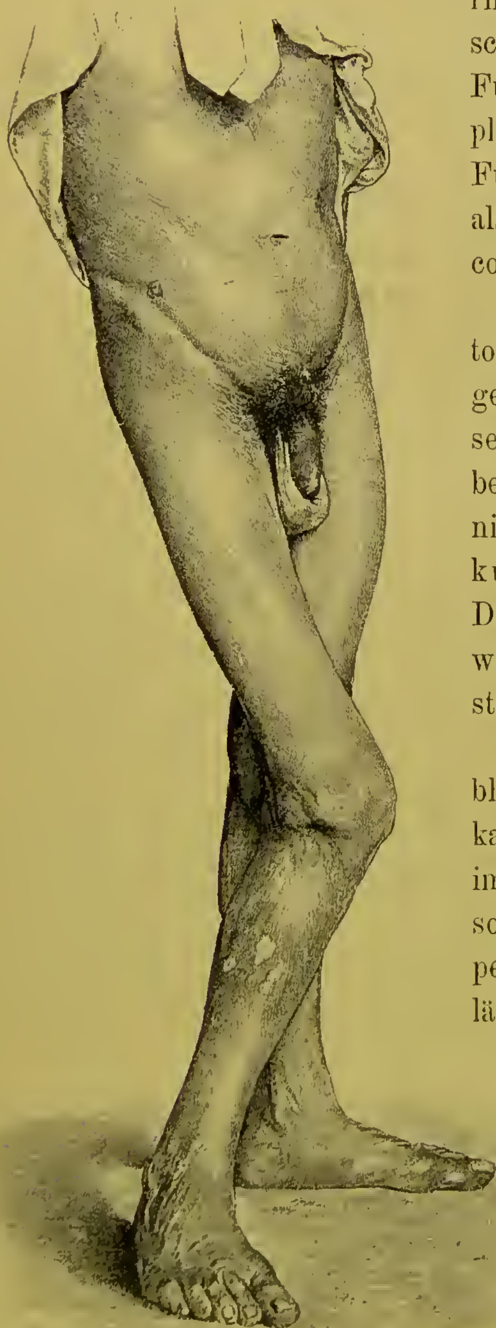
Die nachfolgenden kurzen Auseinandersetzungen dürften daher nicht ganz ungerechtfertigt sein.

Wenn Jemand Genua valga besitzt, so divergiren seine Unterschenkel nach der lateralen Seite; in Folge dessen steht die quere Knöchelaxe beiderseits schief, mit ihrem lateralen Ende nach aufwärts gerichtet. Würde ein solcher Mensch die normale Stellung des Fusses zum Unterschenkel einhalten, so könnte er nur mit dem medialen Rande des Fusses

den Boden berühren. Um aber mit der Sohlenfläche aufzutreten, muss er den Fuss in starke Supination bringen. Er wird dadurch plantigrad, dass er seinem Fusse die Haltung eines Pes varus verleiht. Ein solcher Pes varus heisst dann ein compensirender. Ein solcher Fuss ist auf dem angegebenen Bilde der englischen Autoren zu sehen.

Umgekehrt würde ein Mensch, der convergent gerichtete Unterschenkel besitzt (Genu varum, starke rhachitische Verkrümmung des Unterschenkels), nur mit dem lateralen Fussrande den Boden berühren. Um plantigrad zu werden, muss er den Fuss proniren. Er gibt seinem Fusse also die Haltung eines Pes valgus compensatorius.

Fig. 31.



Ueber diese beiden compensatorischen Fussformen wird allgemein gelehrt, dass das Pathologische derselben nur in der Stellung des Fusses bestehe und dass der Fussbau sich nicht ändere. So bemerkte noch Mikulicz in seiner maassgebenden Arbeit. Die compensatorischen Fussformen wären demnach ein Analogon der statischen Skoliose.

Aber so wie diese jahrelang als blosse skoliotische Haltung bestehen kann, endlich aber doch Veränderungen im Baue der Wirbelsäule hervorbringt, so ist zu vermuthen, dass die compensatorische Haltung des Fusses nach längerem Bestande auch entsprechende Spuren im Fussbau zurücklässt.

Dass dieses thatsächlich stattfinde, haben wir an Präparaten des Wiener pathologisch-anatomischen Museums gefunden, und es ist dies der zweite Grund, der die folgenden Mittheilungen veranlasst.

A. Pes varus compensatorius.

Es wird stets schon bei der Erörterung des Genu valgum darauf hingewiesen, wie ein mit dieser Deformität Behafteter sich beim Gehen auf dem Fussboden festgreift. Die Varushaltung seiner Füsse ist durch die Schuhe hindurch auf der Gasse zu sehen. Die beiliegende Fig. 31 zeigt diese Fussform anschaulich auf der rechten Körperseite.

Das hauptsächlichste Symptom der Varushaltung ist die Supination. Diese findet vor Allem in dem Gelenke zwischen Talus und Calcaneum statt. Indem ich auf die sehr eingehenden Untersuchungen über die Bewegung des Fusses hinweise, die Dr. C. Boegle (Die Entstehung und Verhütung der Fuss-Abnormitäten auf Grund einer neuen Auffassung des Baues und der Bewegungen des normalen Fusses. München und Leipzig. Lehmann, 1893) veröffentlicht, ohne indessen seiner Auffassung der Fussgewölbe zu folgen, bemerke ich, dass der Leser dort auch die bisherigen Ansichten über den Mechanismus der einzelnen Gelenke zusammengetragen und erörtert findet. Nach Boegle zeigt die grosse Gelenkfläche des Calcaneums nicht nur die bekannte convexe Krümmung, welche zu der Vorstellung führte, die Gelenkfläche bilde den Theil eines Kegelmantels, sondern auch eine concave, die in der Richtung seiner Axe verläuft. Bei gut gebauten Füssen vermisst man diese Concavität, wie ich bestätigen kann, nicht. Das Gelenk ist also sattelförmig, und die Bewegungen geschehen um bewegliche, sich überkreuzende horizontale Axen. Die Axen für die Bewegung auf der Convexität liegen im Calcaneus, die Axen für die Gleitung auf der Concavität liegen im Körper des Talus. Nebstdem bewegt sich der Talus um eine verticale Axe, wodurch sein Kopf sich lateralwärts über den Processus anter. calcanei und zurück begibt. Der Talus führt also Pronation und Supination, Ab- und Adduction, Plantar- und Dorsalflexion aus. Diese drei Bewegungen werden in verschiedenen Quoten ausgeführt. Boegle fand in drei Fällen Folgendes. Bewegt man bei festgehaltenem Calcaneum den Talus im Sinne einer Oeffnung des Sinus tarsi, so entsprach im Falle

	I	II	III
einer Dorsalflexion des Talus von	10°	7°	9°
eine Supination des Talus von	12°	11°	14°
und eine Rotation des Caput tali von	21°	20°	19°

Der Winkelexcurs der drei Rotationen wurde in der Weise bestimmt, dass die Stellung von Nadeln, welche in Talus und Calcaneum in der Richtung der drei Raumaxen eingesteckt waren, am Anfang und Ende der Bewegung auf eine Verticale, respective Horizontale projicirt wurde.

Ich habe schon vor 20 Jahren ganz gleiche Messungen ausgeführt und sie in den Berichten des naturwissenschaftlich-medicinischen Vereines in Innsbruck (Jahrgang 1879) tabellarisch mitgetheilt. Ich habe die Messung an 20 Fällen durchgeführt und fand den Umfang der Plantar- zur Dorsalflexion sehr verschieden, im Minimum 1°, im Maximum 10°, am häufigsten zu 5°. Der Bewegungsumfang von der Ab- zur Adduction betrug im Minimum 8°, im Maximum 21°, durchschnittlich 12·5°; der Bewegungsumfang von der Pronation zur Supination betrug im Minimum 8°, im Maximum 22°, durchschnittlich 15°

Die Füsse verschiedener Individuen zeigten aber ein sehr verschiedenes Verhalten. Ich setze neben die obige Trias von Boegle eine Trias mit sehr grossen Unterschieden:

	I	II	III
Flexion (dorsale zur volaren)	3°	5°	4°
Sagittale Bewegung (von der Supination zur Pronation)	12°	15°	22°
Bewegung um die verticale Axe (von der Ab- zur Adduction, bei Boegle Rotation)	8°	12°	21°

Aus meinen Messungen ersieht man, wie grosse Unterschiede in dem Umfange der Bewegungen von Individuum zu Individuum angetroffen werden können. Dasselbe kann man auch aus Boegle's Bemerkungen entnehmen. Er erhielt seine mehr übereinstimmenden Resultate nur auf dem Wege, dass er aus 68 Fällen 3 wählte, wo die Gelenke wegen ihres normalen Verhaltens sich für die Messung am meisten eigneten.

Aus diesen Gründen wird man es begreiflich finden, wenn man in der vorliegenden Frage von etwaigen Messungen des durch die compensirende Varitas veränderten Gelenksumfanges nicht leicht etwas erwarten könnte. Man thut am besten, gröbere und evidentere anatomische Veränderungen am Knochen und seinen Gelenkfacetten einfach zu beschreiben.

Was kann man nun bei einem Pes varus compensatorius für Veränderungen an der grossen Gelenkfläche des Calcaneums erwarten, wenn man sich gegenwärtig hält, dass bei der erzwungenen Varushaltung des Fusses (Supination) der Talus als das Fixum, das Calcaneum als das Bewegte angesehen werden muss. Boegle bemerkt Folgendes: Entsprechend der Bewegung des Talus am fixirten Calcaneum bewegt sich dieses am feststehenden Talus zur Oeffnung des Sinus tarsi. (Oeffnung des Sinus tarsi ist soviel, wie Supinationsbewegung des Calcaneums, und um diese handelt es sich.) „Der Processus anterior dreht sich nach unten und zugleich medianwärts, während er in einem abwärts convexen Bogen quer unter dem Talus medianwärts rotirt, wobei der äussere Rand seiner Gelenkfläche unter den entsprechenden Rand der Talusrolle gleitet. Wie der Talus bei Oeffnung des Sinus tarsi unter Pronation zurückweicht, so rückt der Calcaneus unter Supination nach vorn.“ Das heisst: Bei der Bewegung zur Oeffnung des Sinus tarsi wird das Calcaneum um die sagittale Axe supinirt, aber vermöge der dreiaxigen Bewegungen des Gelenkes zugleich adducirt und plantarwärts gestreckt. In dieser Stellung findet es sich bei Fig. 32, die einem Präparate des Pes varus compensatorius

entnommen ist. Untersucht man nun die grosse Gelenkfläche am Dorsum des Calcaneums, so findet man sie gegen die Norm erweitert. Und zwar wird sie in ihrem medialen Abschnitt immer breiter (i. e. in der sagittalen Richtung ausgedehnter). An einem Präparate nähert sie sich der Gelenksfacette des Sustentaculums so, dass die untere Halbrinne der Canalis tarsi hier sehr eingeengt wird; an einem zweiten Präparate erreicht sie die Facette des Sustentaculums, so dass der Sulcus an dieser Stelle ganz verschwunden ist; auch sind an diesem Präparate die Ränder der Gelenkfläche überquellend; an einem dritten Präparate ist der Sulcus ganz frei, aber die Gelenkfläche dennoch in ihrem medialen Abschnitte entschieden (also nach hinten) verbreitert.

Fig. 32.



Was zunächst das Os cuboideum betrifft, so zeigt dieses in seiner Gestalt nur geringfügige Abweichungen, aber es ist in seiner Stellung so verändert, dass seine dorsale Fläche zur lateralen geworden ist und förmlich in einer Flucht mit der lateralen Calcaneumfläche läuft. Dem entsprechend sieht seine Gelenkfläche für das III. Keilbein mehr nach oben und die zwei Facetten für den IV. und V. Metatarsus liegen nicht nebeneinander, sondern übereinander, jene für den V. Metatarsus also unten. Der Knochen ist also um eine sagittale Axe supinirt. Der Mechanismus des Gelenkes zwischen Calcaneum und Cuboideum erfordert nicht gleichsinnige Bewegungen. Das Calcaneum kann supinirt und das Cuboideum pronirt werden. Aber der Befund am Präparate zeigt, dass die Bewegungen ja gleichsinnig erfolgten. Das Cuboideum ist auch supinirt. Mit der Supination rückt es aber nach hinten und medialwärts und senkt sein vorderes Ende abwärts (Adduction und Plantarflexion). Dadurch wird der laterale Fussrand convexer (wegen der Adduction) und höher gewölbt (wegen der Plantarflexion). Diese Stellungsveränderung zeigt der Knochen am Präparate.

Es ist daher schon an dieser Stelle zu erwägen, wie diese Stellung des Knochens zu Stande kömmt. Wenn man einen Fuss so einfach in

gewaltsame Supination bringen will, so wird man seinen Metatarsus mit der Hand fassen und um die sagittale Axe so drehen, dass der laterale Fussrand abwärts geht; so macht man es, wenn man einen contracten Plattfuss in der Narkose corrigirt. Man wirkt also auf das Calcaneum mittelbar und öffnet den Sinus tarsi durch Bewegungen der mit dem Calcaneum verbundenen Knochenreihe. Beim Pes varus compensatorius müssen das gewisse Fussmuskeln thun. Es ist vor Allem der M. tibialis posterior, der diese Verrichtung übernehmen kann. Ich brauche nur das zu citiren, was Boegle anführt. Da die Sehne des M. tib. post. sich an die Plantarfläche des Naviculare und des I. Keilbeines inserirt und vom lateralen Rande einige Bündel abschickt, die sich an das II. und III. Keilbein und die entsprechenden Mittelfussknochen befestigen und auch in das Ligam. tarseum transversum übergehen, so setzt diese Ausbreitung seiner Insertion den genannten Muskel in den Stand, „zugleich mit dem Kahnbein auch den gesammten vorn und lateralwärts von demselben befindlichen Knochencomplex und durch Vermittlung der Bandverbindung zwischen diesem und dem Fersenbein auch letzteres in Bewegung zu setzen, wenn der Taluskopf dem durch ihn veranlassten Druck des Kahnbeines nach hinten nicht nachzugeben vermag. Indem er das Kahnbein sammt dem übrigen Fussskelet unter Hebung seiner inneren und Senkung der äusseren Hälfte medianwärts um den Taluskopf herumführt, stellt sich der Calcaneus in Supination und dreht seinen vorderen Fortsatz nach innen“.

Fig. 33.



Für uns bemerkenswerth ist nun folgende Ausführung von Boegle: „Es erklärt sich damit die charakteristische Fussform beim Zug am M. tib. post. der Leiche und beim Duchenne'schen Experiment . . . . . . Weder beim aufrechten Stehen, noch beim Gehen, noch bei den meisten anderen Körperbewegungen kommt die Fussform und -Stellung vor, welche

der Muskel beim Experiment herbeiführt." Wir brauchen nur hinzuzufügen, dass diese Fussform, bei welcher „der Sinus tarsi weit geöffnet, der äussere hintere Fussrand nach aussen convex, der innere concav, die Fussspitze adducirt und die Sohle medianwärts gekehrt ist", eben die Fussform des Pes varus compensatorius — im Ganzen und Grossen — ist.

Fig. 34.



Bezüglich des Musc. tibial. anterior führt schon Duchenne an, dass er auf das Talo-Calcanealgelenk weit schwächer wirkt, als der posterior. Seine Hauptwirkung ist die Supination des Vorderfusses. Er hilft bei der Erzeugung der Varusstellung, dass er, auf das I. Keilbein und den I. Metatarsus unmittelbar, auf das Kahnbein mittelbar wirkend, „dieses letztere um den Taluskopf nach innen herumführt und damit den Sinus tarsi öffnet".

Den beiden Tibiales kommt also gewiss bei dem Zustandekommen des compensatorisch supinirten Fusses die Hauptrolle zu. Sie sind es, welche auf den Umwegen des so complicirten Knochen- und Bandapparates auf die Oeffnung des Sinus tarsi und, wie wir gleich hören werden, auch auf andere Beziehungen des Talus wirken.

Eine sicher auch wichtige, aber passive Rolle spielt hiebei der M. peroneus longus. Der tief ausgehöhlte und auch verbreitete Sulcus, den er am Cuboideum eines compensirenden Varus zurücklässt, spricht dafür am deutlichsten.

Eine kurze Erwähnung verdient noch das Verhalten des Metatarsus und die dabei in Betracht kommenden Beziehungen zu den kurzen Muskeln der Fusssohle. Ein Blick auf die Fig. 33 und 34 zeigt die hochgradige Plantarflexion und Adduction des Vorderfusses und die zwischen Pronation und Supination sich abspielende Torsion seiner Einzelglieder. Erinnert man sich an das, was der Sectionsbefund bezüglich der kurzen Sohlenmuskeln (pag. 39) ergeben hatte, so wäre man versucht, in eine Erörterung

dieses Punktes einzugehen. Ich trage jedoch Bedenken, dies zu thun, da unser Sectionsbefund der bisnun einzige ist.

Ich bemerke nur, dass die angegebene Stellung des Vorderfusses den Varus compensatorius zu einem Zwischengliede zwischen dem Fuss des schon gehenden Menschen und dem angeborenen Klumpfusse macht. Die Reihe beginnt mit dem Neonatenfusse; aus diesem entwickelt sich durch Torsion des Vorderfusses gegenüber dem supinirten Calcaneum der Fuss des bereits auftretenden Menschen; weitere höhere Glieder dieser Torsionsreihe sind der compensatorische und der angeborene Klumpfuss.

Wenn wir nun einen Rückblick auf die gegebenen Auseinandersetzungen werfen, so können wir sie dahin zusammenfassen, dass uns der Varus compensatorius zwar abnorme Stellungsverhältnisse der Knochen gegeneinander geboten hat, also vor Allem Geleuksbeziehungen, aber keine abnormen Knochenformen. Er ist sozusagen ein über die Grenzen der physiologischen Varitas hinausgehender Fuss, ein Varus seiner abnorm grossen Supination wegen. Es ist auch klinisch schon wahrscheinlich, dass keine gröberen Deformationen anzutreffen sein dürften, da ja der Varus compensatorius keine auffallenderen Merkmale zu bieten scheint, wenn er aus seiner habituellen Stellung herauskömmt. Und doch erkennen wir ihn sofort, auch wenn der Patient liegt; die Varushaltung ist auch da vorhanden; freilich kann auch pronirt werden.

Wir haben aber eines Knochens bisher nicht gedacht, der — so überraschend es auf den ersten Laut auch klingen mag — am ehesten Formenverschiedenheiten darbieten dürfte. Es ist dies jener merkwürdige Knochen, der mit vier anderen Knochen articulirt, selbst aber keine Muskelinsertion besitzt, der so vielfach interessante Talus.

Die hier in Betracht kommenden Beziehungen werden am besten verstanden, wenn man sich ein Bänderpräparat herstellt, an welchem der ganze Unterschenkel und Fuss erhalten ist. Verklammert man den Talus mit dem Unterschenkel in der mittleren Stellung des Talocruralgelenkes, so gewahrt man erst, welche grossen Beziehungen zwischen der Lage des Unterschenkels und den Bewegungen im Talo-Calcaneum-Gelenke bestehen. Man ergötzt sich an den grossen Schwingungen, welche der Unterschenkel im Raume durchmacht, wenn sich der Talus in dem unteren Gelenke bewegt.

Zum Beispiel! Wenn man die Bewegung zur Oeffnung des Sinus tarsi macht, wie schwingt da das obere Tibia-Ende nach medialwärts und vorne! Denkt man sich beim aufrecht stehenden Menschen das obere Tibia-Ende nach medialwärts und vorne abgelenkt, so hiesse das so viel,

als wäre der Unterschenkel im Kniegelenke etwas gebeugt und abducirt. Gebeugt kann er de norma sein; Abduction lässt das normale Kniegelenk nicht zu. Aber beim Genu valgum ist die Abductionsstellung im Gelenke möglich, und sie ist noch bedeutend vermehrt durch die extraarticuläre Veränderung an den Knochen, die im Sinne der Abductionsstellung wirkt. Die Oeffnung des Sinus tarsi und die Abductionsstellung des Unterschenkels haben wir also in dem erwähnten kleinen Versuche als eine zusammengehörige Combination vor uns; bei Genu valgum ist diese Combination nur noch stärker ausgeprägt.

Schon oben haben wir angedeutet, dass das Talo-Calcaneum-Gelenk beim Pes varus compensatorius eine Erweiterung der Gelenkfläche am Calcaneum zeigt, die einer Erweiterung der in Rede stehenden Excursion entspricht. Die Grösse der im soeben genannten Versuche ersichtlichen Bewegung lässt erwarten, dass vielleicht auch die Knochenform des Talus durch die übernormal gewordene Bewegung eine Veränderung aufweisen dürfte.

Und in der That sehen wir am Talus eines Pes varus compensatorius deutliche Formveränderungen. Der Talus ist im Ganzen medial niedriger, lateral höher entwickelt. Dort mag es der Druck sein, der ihn erniedrigt, hier der Zug, der ihn in der Höhendimension auszieht: dort wird er gegen das Sustentaculum gepresst, hier ziehen die Bänder an ihm.

Eine zweite wichtige Veränderung an ihm ist die Stellung seiner Kopffläche. Die elliptische Figur derselben erscheint verstellt, mit ihrer längeren Axe querer gerichtet, also mit ihrem oberen lateralen Theile niedriger. Besichtigt man diesen oberen lateralen Theil näher, so erscheint er an hochgradigen Fällen verödet; das Kahnbein hat also hier den Gelenkverkehr verlassen; dafür ist der obere Rand der medialen Hälfte nach oben umgekrämpt, also festgebildet; das deutet also darauf, dass das Kahnbein sich medialwärts geschoben hat. Das stimmt nun mit dem oben angeführten Satze, der über den Musc. tib. post. galt: „Indem er,“ hiess es, „das Kahnbein sammt dem übrigen Fussskelet unter Hebung seiner inneren und Senkung der äusseren Hälfte medianwärts um den Taluskopf herumführt, stellt sich der Calcaneus in Supination und dreht seinen vorderen Fortsatz nach innen.“ Alle diese Angaben über die physiologischen Vorgänge stimmen mit dem pathologischen Befunde: er erscheint als die über die physiologische Grenze hinaus fortgeführte Wirkung der pathologischen Bedingungen.

B. Pes valgus compensatorius.

Er ist das Gegentheil des compensatorischen Varus. Hat ein Individuum stärker convergente Unterschenkel, so müsste es mit dem äusseren Fussrande auftreten: es pronirt daher den Fuss. Es ist demnach zu erwarten, dass die Befunde denjenigen entgegengesetzt sein werden, die wir beim Varus angetroffen. Wir können daher die Darstellung umkehren und jene Gedankenreihe zurückwandeln, die wir beim Varus entwickelten. Bei diesem gelangten wir zu allerletzt zu den Verhältnissen des Talusknochens. Wenn wir jetzt umgekehrt bei diesem beginnen, wird der Zusammenhang der Dinge noch einmal klar.

Beginnen wir daher mit dem Experimente! Ein im Knie exarticulirter Unterschenkel wird mit dem Fusse auf eine horizontale Unterlage aufgestellt und das Talocruralgelenk wird in der Mittelstellung zwischen Dorsal- und Plantarflexion verklammert. Nun wird eine Fibularflexion ausgeführt. Der Unterschenkel stellt sich also mit seinem oberen Ende lateralwärts hinaus und imitirt also — taliter qualiter — das Verhalten eines convergirenden Unterschenkels, also jenes Verhalten, welches beim Genu varum vorkommt.

Wir sehen, dass im Talo-Calcaneum-Gelenke jene Bewegung stattfindet, die zur Verschliessung des Sinus tarsi führt. Die laterale Taluskante sinkt gegen den Sinus tarsi, die vordere Partie der grossen Gelenkfläche des Calcaneum wird vom Talus occupirt. Die quere Axe des Talus stellt sich mit ihrem lateralen Ende vorwärts, die Halsaxe rückt also mit ihrem vorderen Ende medialwärts. Das heisst, der Talus wird supinirt, weil seine Queraxe mit dem lateralen Ende abwärts ging, er wird auch adducirt, weil dieselbe Axe mit demselben lateralen Ende sich mehr nach vorne bewegt hat (die Halsaxe geht dabei mit ihrem vorderen Ende mehr medialwärts). Hiebei wurde der Talus als das Mobile und das Calcaneum als das Fixum angesehen. Fasst man umgekehrt den Talus als das Fixum und das Calcaneum als das Mobile auf, so muss zum Schlusse des Sinus tarsi das Calcaneum eine Pronation um seine Sagittalaxe und eine Abduction um seine Verticalaxe machen. (Nebstdem vollführt das Calcaneum eine kleine Dorsalflexion.) Es rückt also mit anderen Worten das Calcaneum mit seinem Proc. anter. nach lateral- und dorsalwärts hinaus und wendet seine laterale Fläche mehr horizontal, i. e. diagonal von unten lateralwärts nach oben medialwärts. Ist die Pronation des Calcaneums am Schlusse, so divergiren die sagittalen Axen des Calcaneums und des Talus mehr; die Knochen fuhren mit ihren vorderen Enden mehr auseinander.

Das Os cuboideum muss nicht die Bewegung des Proc. anter. calcanei mitmachen. Wenn das Calcaneum pronirt ist, kann das Os cuboideum auch eine kleine Supinationsbewegung machen. Wenn wir aber, den Fuss vorne fassend, ihn in die Pronationsstellung bringen wollen, so können wir die Bewegung von dem vorderen Abschnitte des Fusses bis auf das Calcaneum übertragen; die Pronation theilt sich dem Cuboideum mit, und dieses dreht sich so, dass seine dorsale Fläche mehr horizontal liegt und nimmt das Calcaneum in diese Bewegung mit, so dass auch dieses in die Pronation geht. Das was wir mit der Hand machen, kann in vivo der Peroneus brevis durch seine Thätigkeit bewirken. Er führt die Pronation der genannten Knochen an der lateralen Fussseite activ aus: die beiden letzten Metatarsen liegen nebeneinander, das Cuboideum liegt fast horizontal; das Calcaneum pronirt. Wirkt gleichzeitig der Peroneus longus, so hebt seine Sehne mittels ihrer unter dem Cuboideum schlüpfenden Schlinge dieses letztere noch mehr in die Pronation auf und hilft so das Calcaneum zu proniren und den Sinus tarsi zu schliessen.

Fig. 35.



Wird eine solche Pronation erzeugt, so rückt das Naviculare herum. Einmal schiebt es sich mehr lateralwärts, so dass der obere laterale Theil des Taluskopfes bedeckt wird (Rotation des Naviculare um eine verticale Axe); zugleich dreht es sich um eine sagittale Axe so, dass die Tuberositas nach abwärts sieht (Pronation), und endlich rückt es um eine nahezu frontale Axe ein wenig nach oben (Dorsalflexion desselben). (Fig. 35.)

Diese Stellung ist es in der That, die wir an den Präparaten des Valgus compensatorius vorfinden. Und jetzt kehren wir zu dem Talus zurück.

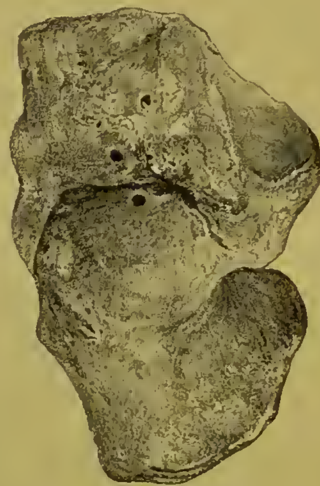
Vor Allem fällt es auf, dass der Talus in toto auf dem Calcaneum anders eingestellt ist. Die auf ihn projicirte quere Knöchelaxe hat eine zu

der Längsaxe des Fusses viel schiefere Richtung: die erstere steht mit ihrem lateralen Ende viel weiter nach vorne. Der Talus hat sich also um eine verticale Axe gedreht; er steht adducirt, sein Kopf ragt an dem medialen Rande des Fusses heraus und verleiht diesem eine medialwärts gerichtete Convexität (Fig. 35). Dem entsprechend sieht man die grosse Gelenkfläche am Dorsum calcanei aus der queren Richtung in eine etwas mehr sagittale abgelenkt; ihre medialste Partie ist verödet, und dadurch erscheint die dem Calcaneum gehörige untere Halbrinne des Canalis tarsi bedeutend verbreitet (Fig. 36 u. 37). Indem das vordere Ende des Talus in die Adductionsstellung rückt, wird das Verkehrsgebiet am Sustentaculum bedeutend erweitert. Und so sieht man nicht nur die Facette des Talus für das

Fig. 36.



Fig. 37.



Sustentaculum vergrössert, sondern dieses letztere mächtig vergrössert; es ragt als ein mächtiges Gesimse aus der medialen Seite des Calcaneums heraus (und man erhält beim hinteren Anblick des Calcaneums förmlich den bekannten Eindruck eines abstehenden Elephantenohres). Auch am Talus ist die Distanz zwischen der grossen unteren Gelenkfläche und der Facette für das Sustentaculum vergrössert und somit auch die obere Halbrinne des Canalis tarsi vergrössert.

Die Talusrolle verhält sich verschieden; an dem einen Präparat ist sie entschieden flacher, vorne und hinten verödend; an dem anderen ist sie wieder im sagittalen Durchschnitte stärker gewölbt. An beiden Präparaten ist aber die Facette für die Tibia entschieden vergrössert und die Facette für die Fibula im frontalen Sinne viel concaver, ja, an dem einen Präparate ist diese Facette in ihrer stärksten Concavität wie abgeknickt, der laterale Fortsatz des Talus wie herausgebrochen, und man erhält den

Eindruck, als ob sich dieser Fortsatz bei geschlossenem Sinus tarsi fest und gewaltsam gegen das Calcaneum hätte anstemmen müssen. Dem entspricht auch die tiefere Aushöhlung des Calcaneums an dieser Stelle; der Proc. anter. strebt von da aus steiler nach vorne aufwärts. Das verschiedene Verhalten der Talusrolle deutet offenbar auf ein verschiedenes Verhalten in der Verwendung des Talocruralgelenkes.

Fig. 38.



Fig. 39.



Ganz besonders interessant ist das Verhalten der Gelenkfläche am Taluskopfe. Die längere Axe ihres elliptischen Umrisses steht etwas senkrechter, und der Talushals erscheint in dem Sinne torquirt, als ob man ihm gegenüber den Taluskörper gewaltsam pronirt hätte (Fig. 38 u. 39). Am oberen lateralen Ende sieht man seine Gelenkfläche fortgebildet; die zugebaute Facette weicht auch aus dem Niveau der Umgebung etwas zurück; an dem einen Präparate ragen aus dem Niveau des Halses drei kleine Strebepfeiler gegen ihren Rand heraus. An dem betreffenden Präparate ist auch die Gelenkfläche des Taluskopfes, in schräger, von unten medialwärts, nach oben lateralwärts gedachter Richtung durchschnitten, fast eine Halbkugel.

Dass der Metatarsus die entgegengesetzte Haltung wie beim Varus beobachtet, ist aus dem Anblicke der Fig. 35 ersichtlich.

Alle die Veränderungen, als Gegenstücke der am Varus beobachteten Funde, begreifen sich aus gleichen, nur im entgegengesetzten Sinne gerichteten Wirkungen.

Schlussbemerkung.

Im Eingange dieses Abschnittes wurde bemerkt, ein an Genu valgum Leidender müsse, um plantigrad zu werden, den Fuss supiniren, ein an Genu varum Leidender aus analogem Grunde den Fuss proniren. In den weiteren Auseinandersetzungen wurde auch noch die Vorstellung festgehalten, dass die Supination, beziehungsweise die Pronation des Fusses durch bestimmte Muskeln erfolge, und es wurde gleichsam angenommen, dass die Dinge sich wie bei Bewegungen in der Luft verhalten.

Jene Bemerkung war aber nur geeignet, die Nothwendigkeit der compensatorischen Fussformen zu zeigen. Wenn die seitlichen Kniegelenksdeformitäten plötzlich entstehen würden, so würden die Ausführungen mit dem wirklichen Sachverhalte auch vollständig stimmen. Wenn Jemand den Unterschenkel bricht und die Fractur mit Divergenz der unteren Fragmente ausheilt, so muss er den Fuss supiniren, um plantigrad zu werden. Für diesen Fall passen die Ausführungen wohl. Aber Genu valgum und Genu varum entstehen ganz allmälig, und es muss nun hervorgehoben werden, dass hier ein anderer Sachverhalt vorhanden ist.

Es fallen noch andere analoge Situationen des Beines in Betracht.

Jene Menschen, die einen compensatorischen Varus besitzen, befinden sich in einer ähnlichen Situation, wie derjenige, der längs des Grates eines Daches schreitet, die Sohlen auf die im Grate zusammenstossenden Dachebenen aufsetzend. Jene, die mit einem compensatorischen Valgus behaftet sind, ähneln wieder Jenem, der in einer flachen Rinne gehen würde, deren Seitenflächen unten zusammenstossen, und der die Sohlen gegen diese Seitenflächen anlegt.

Auch da gibt es nur Muskelkräfte, die auf die Stellung des Fusses wirken. Beim Genu valgum kommt noch etwas hinzu.

Angenommen, das Genu valgum entstehe soeben! Der Unterschenkel geräth allmälig in Abduction (Tibialflexion in den Fussgelenken). Hier gilt es nicht allein die Tibialflexion durch compensatorische Supination des Fusses zu corrigiren, also eine Muskelaction einzuleiten.

sondern es liegt ein anderer Sachverhalt vor. Mit dem Beginn der Abductionsstellung der Tibia, die durch die Belastung von oben gefördert wird, fängt ein Hebelarm an, auf die Fusswurzel im Sinne einer Heraushebelung des Talus zu wirken; der Hebelarm sucht beständig den Sinus tarsi zu öffnen. Dieser Beeinflussung des Fusses stellt sich wohl eine Muskelarbeit entgegen. Wie weit nun diese Gegenarbeit auf die Tibia zurückwirkt, insbesondere wie weit sie die Krümmung der Tibia zu beeinflussen im Stande ist, das ist heute nicht möglich zu sagen. Jedenfalls ist hier nicht das Knie, sondern das ganze Bein in Action. Sieht man einen mit Genu valgum Behafteten beim Gehen an, so macht es wohl den Eindruck, dass sein Bein zu einem Organe ganz anderer Art geworden ist, als es bei normalen Menschen der Fall ist. Das Bein wird förmlich zu einem Greiforgan, das sich auf dem Boden festzuklammern bestrebt ist. Die Arbeit ist viel complicirter, als es den Anschein hat, und erst künftigen Detailuntersuchungen ist es überlassen, die Sache in ihrer ganzen Ausdehnung aufzuhellen.

Insbesondere die Stellung der queren Knöchelaxe bietet Interesse. Beim Genu valgum, sagten wir, ist die quere Knöchelaxe wegen der Abductionsrichtung des Unterschenkels mit ihrem lateralen Ende erhoben; das veranlasst die Bewegung des Fusses zur Oeffnung des Sinus tarsi; bei dieser rückt das Calcaneum mit seinem vorderen Fortsatz unter das Naviculare in eine Adductionsstellung; die (sagittalen) Längsaxen des Calcaneum und des Talus bilden also einen spitzeren Winkel; der compensatorische Varus wird daher hinten schmal, d. i. sein Querdurchmesser wird kleiner. Nun ist die quere Knöchelaxe wegen der Extrotorsion der Tibia auch noch in einem anderen Sinne abnorm gestellt; sie weicht mit ihrem Lateralende auch noch nach hinten ab. Der zwischen die Zinken der Knöchelgabel gefasste Talus erscheint also auf den Calcaneus in Abductionsstellung eingestellt, d. h. so viel, als dass die durch die Oeffnung des Sinus tarsi gegebene Adductionsstellung des Calcaneus nur noch vermehrt wird. Beim Genu varum findet das Gegentheil statt. Durch die Bewegung zum Schlusse des Sinus tarsi wird der Calcaneus in Abduction gebracht; aber die quere Knöchelaxe ist nicht nur mit ihrem lateralen Ende nach abwärts gesenkt (wegen der Adductionsstellung der Tibia), sondern erscheint wegen der Introtorsion der Tibia mit ihrem lateralen Ende auch nach vorne gerichtet; der in die Knöchelgabel gefasste Talus erscheint, wie man beim Anblicke der Fig. 35 sehr schön sieht, auf den Calcaneus in einer Adductionsstellung eingestellt (s. auch pag. 82, Z. 3 von oben), wodurch für den Calcaneus eine relative Abductionsstellung

erzeugt wird. Talus und Calcaneus divergiren also mit ihren Längsaxen stärker und der Valgus compensatorius ist hier breiter.

Fassen wir insbesondere das Genu valgum ins Auge, so wurde soeben bemerkt, dass die Abductionsstellung des Talus durch die Extrotorsion der Tibia vermehrt wird. Wodurch wird aber diese bedingt? Das wissen wir nicht. Es ist sogar die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Vorgänge im Tarsus von unten herauf zum Zustandekommen der Extrotorsion der Tibia beitragen. Es könnte ja auch umgekehrt der Fall sein, dass der in Abduction eingestellte Talus die Zinken der Gabel, zwischen welche er gefasst ist, dreht. Man braucht nur an jenen Mechanismus zu denken, den Maisonneuve für eine bestimmte Form der Knöchelfracturen angegeben (fracture par divulsion) und wo eine Torsion des Unterschenkels stattfindet. In ähnlicher Weise könnte der abducirte Talus die Extrotorsion des distalen Tibiaendes erzeugen helfen. In relative Abduction geräth er aber durch die Bewegung zur Oeffnung des Sinus tarsi. Nun wird behauptet, dass diese Bewegung bei den Ueberbürdeten häufig vorgenommen wird. Insbesondere Boegle beruft sich auf die Thatsache, dass die durch Stehen Ermüdeten sich dadurch zu erholen pflegen, dass sie sich zeitweilig auf den lateralen Fussrand stellen; diese Stellung öffnet aber den Sinus tarsi und bringt den Talus in relative Abduction. Der Umstand, dass der Varus compensatorius eine starke Adduction des Metatarsus bietet, würde auch dafür sprechen, dass im Fusse selbst solche Bewegungen stattfinden, welche die relative Abduction des Talus energisch fördern können. Wäre nur die Gegenkraft oben gegeben, so wäre es sogar wahrscheinlich, dass die Extrotorsion der Tibia von unten her miterzeugt wird. Aber wir wissen noch wenig, wie das Spiel des gesammten Becken-Beine-Systems im Einzelnen abläuft, und andererseits wissen wir ebensowenig, in welchen Fällen die Torsion eintritt und welche Haltungen des Beines bei den betreffenden Berufsarten die Schädlichkeiten involviren.

Jedenfalls hat man den Eindruck, dass so wie oben das Becken, so unten die compensatorische Varusform bei der Erklärung der scheinbar so einfachen Deformität des Genu valgum zu berücksichtigen sein werden.

